

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie (navazující magisterské studium)

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Kateřina Zamazalová

**CHARAKTERISTIKA PŮD VE VZTAHU K RELIÉFU A
ZPŮSOBU OBHOSPODAŘOVÁNÍ V OKOLÍ SVATÉ
HELENY V RUMUNSKÉM BANÁTU**

**SOIL CHARACTERISTICS IN RELATION TO RELIEF
AND LAND USE AROUND SFINTA ELENA VILLAGE
IN BANAT, ROMANIA**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Tomáš Chuman, Ph.D.

Praha 2014

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 14. 8. 2014

.....

podpis

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především svému školiteli RNDr. Tomášovi Chumanovi, Ph.D. za možnost zpracování zajímavého tématu, vedení mé práce, cenné rady a pomoc, které přispěly k jejímu dokončení. Dále pak chci poděkovat za podporu své rodině a zvláště pak Vítězslavu Zajícovi za pomoc při náročných terénních pracích.

Charakteristika půd ve vztahu k reliéfu a způsobu obhospodařování v okolí Svaté Heleny v rumunském Banátu

ABSTRAKT

Práce se zabývá charakteristikou půd krasové plošiny v okolí vesnice Svatá Helena založené českými přistěhovalci v rumunském Banátu. Důraz je kladen na zkoumání odlišností půdního chemismu v závislosti na způsobu využití a obhospodařování půdy a ve vztahu k reliéfu. Dále byl v oblasti zmapován výskyt a rozšíření půdních typů. Dominantním faktorem působícím na půdní chemismus byl určen reliéf, který ovlivňuje i typ vegetace a nezřídka i způsob využití půdy. Mezi různými způsoby využití byl statisticky prokázán především rozdíl v obsahu organického uhlíku, který je dále hlavním faktorem určujícím sorpční kapacitu. Nejméně příznivé vlastnosti byly zjištěny na orné půdě, kde bylo pozorováno i nízké množství přístupných živin svědčící o vyčerpání půdy jejím obděláváním.

Klíčová slova: charakteristika půd, Rumunsko, Banát

Soil characteristics in relation to relief and land use around Sfinta Elena village in Banat, Romania

ABSTRACT

The thesis characterizes soils of the karst platform around Sf. Elena village established by Czech colonists in Romanian Banat. The emphasis is given to the relationships among soil chemical properties and different land use and relief. In the area, occurrence and distribution of soil types was mapped. The relief was found out to be the dominant factor determining soil chemical properties. It affects also the vegetation and land use. Among the different land use types the statistically significant difference was found mainly in organic carbon content, which is the main determinant of sorption capacity. Less favourable properties were found on arable land, where the low nutrient content was observed, too. It gives evidence of a depletion of the soil by farming.

Key words: soil properties, Banat, Romania

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ.....	9
2.1. Geologie a geomorfologie	10
2.1.1. Geologický a geomorfologický vývoj	10
2.1.2. Reliéf.....	12
2.2. Charakteristika klimatu	13
2.3. Stručný paleografický vývoj	15
2.4. Půdy.....	16
2.5. Vegetace a využití krajiny	18
2.5.1. Přirozená vegetace	18
2.5.2. Využití krajiny a současná vegetace	19
3. PŮDY KRASOVÝCH OBLASTÍ	23
3.1. Rendziny	25
3.2. Terrae calcis	27
4. CHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮD VE VZTAHU KE ZPŮSOBU OBHOSPODAŘOVÁNÍ	32
4.1. Vývoj půdních profilů	32
4.2. Půdní reakce (pH) a sorpční nasycenost.....	33
4.3. Organický materiál	35
4.3.1. Množství humusu, obsah organického materiálu a organického uhlíku.....	37
4.3.2. Kvalita humusu, obsah půdního dusíku.....	39
4.4. Rostlinám přístupné živiny	41
4.4.1. Fosfor.....	42
4.4.2. Výměnné kationty	43
5. METODIKA.....	45
5.1. Sběr dat	45
5.1.1. Vzorčky pro analýzu chemismu	45
5.1.2. Charakteristika půd zájmového území	47
5.2. Zpracování dat	47
5.2.1. Analýza chemismu ve vztahu ke způsobu obhospodařování a reliéfu.....	47
5.2.2. Charakteristika půdních typů.....	50
6. VÝSLEDKY	52
6.1. Chemické vlastnosti půd.....	52

6.1.1.	Vliv způsobu obhospodařování.....	52
6.1.2.	Vliv reliéfu.....	55
6.2.	Charakteristika půdních typů v zájmovém území.....	56
7.	DISKUZE.....	59
7.1.	Charakteristika půd v zájmovém území a jejich klasifikace.....	59
7.1.1.	Půdy náhorní plošiny.....	59
7.1.2.	Půdy sklonitých svahů.....	65
7.1.3.	Půdy na dnech údolí a podél vodních toků.....	66
7.1.4.	Shrnutí.....	67
7.2.	Chemické vlastnosti půd.....	67
7.2.1.	Vliv reliéfu na chemické vlastnosti půdy.....	68
7.2.2.	Vliv způsobu využití půdy na její vlastnosti.....	68
7.2.3.	Vliv opouštění zemědělské půdy na její vlastnosti.....	72
8.	ZÁVĚR.....	74
9.	POUŽITÁ LITERATURA.....	75
10.	PŘÍLOHY.....	85

Seznam tabulek

Tabulka 1.	Charakteristika půdních typů v zájmovém území.....	18
Tabulka 2.	Chemické vlastnosti půdy podle hlavních typů využití.....	52
Tabulka 3.	Chemické vlastnosti půdy podle aktuálního využití a vegetace.....	53
Tabulka 4.	Chemické vlastnosti půdy podle typů reliéfu.....	55
Tabulka 5.	Chemické vlastnosti půdy podle typů reliéfu bez vlivu vegetace.....	56
Tabulka 6.	Charakteristika půd podle Munsellovy barvy (H).....	57
Tabulka 7.	Charakteristika půdních typů vymezených Floreou et al. (1993).....	58

Seznam obrázků

Obrázek 1.	Poloha zájmového území.....	9
Obrázek 2.	Reliéf vápencové oblasti.....	10
Obrázek 4.	Přímé sluneční záření v závislosti na sklonu a expozici svahu.....	13
Obrázek 5.	Přehled půdních typů v zájmovém území.....	17
Obrázek 6.	Kulturní krajina u Svaté Heleny.....	21
Obrázek 7.	Procesy krasovění pod půdním a vegetačním krytem.....	24
Obrázek 9.	Sorpční nasycenost pod lesními a travními porosty.....	34

Obrázek 10. Obsah půdního dusíku pod lesními a travními porosty	40
Obrázek 11. Variabilita chemismu půdy uvnitř kategorií využití půdy	48
Obrázek 12. Variabilita chemismu půdy uvnitř kategorií aktuální vegetace	49
Obrázek 13. Četnost vzorků luk a pastvin a orné půdy podle typu reliéfu	50
Obrázek 14. Závislost sorpční kapacity na obsahu oxidovatelného uhlíku	54
Obrázek 15. Pleistocenní proudění v oblasti Panonské a Dunajské nížiny.....	60
Obrázek 16. Sady v závrttech	69
Obrázek 17. Orná půda v závrttech	69

Seznam příloh

Příloha 1. Přehledová mapka zájmového území.....	85
Příloha 2. Reliéf okolí Svaté Heleny (zájmové území)	86
Příloha 3. Histogram nadmořské výšky, Svatá Helena (zájmové území).....	86
Příloha 4. Sklonitost reliéfu okolí Svaté Heleny (zájmové území).....	87
Příloha 5. Histogram sklonu terénu, Svatá Helena (zájmového území)	87
Příloha 6. Roční úhrn dopadajícího slunečního záření v kJ na m ² za s (zájmové území) ...	88
Příloha 7. Polní práce ve Svaté Heleně.....	88
Příloha 8. Vegetace v okolí Svaté Heleny	89
Příloha 9. Větrné elektrárny nad Svatou Helenou	90
Příloha 10. Přehled větrných elektráren a cest zbudovaných r. 2012	90
Příloha 11. Přehled rozmístění půdních vzorků	91
Příloha 12. Přehled popsanych půdních profilů.....	92
Příloha 13. Korelace měřených chemických vlastností (Spearman)	93
Příloha 14. Aproximace obsahu hematitu	93
Příloha 15. Barva humusových horizontů a jejich aktivní reakce	94
Příloha 16. Hloubka půd a sorpční komplex jejich svrchních horizontů	95
Příloha 17. Přehled rozšíření nalezených půdních typů v okolí Svaté Heleny	96
Příloha 18. Výsledky terénního šetření a laboratorních analýz půdních vzorků.....	97
Příloha 19. Dokumentace půdních profilů.....	100

1. ÚVOD

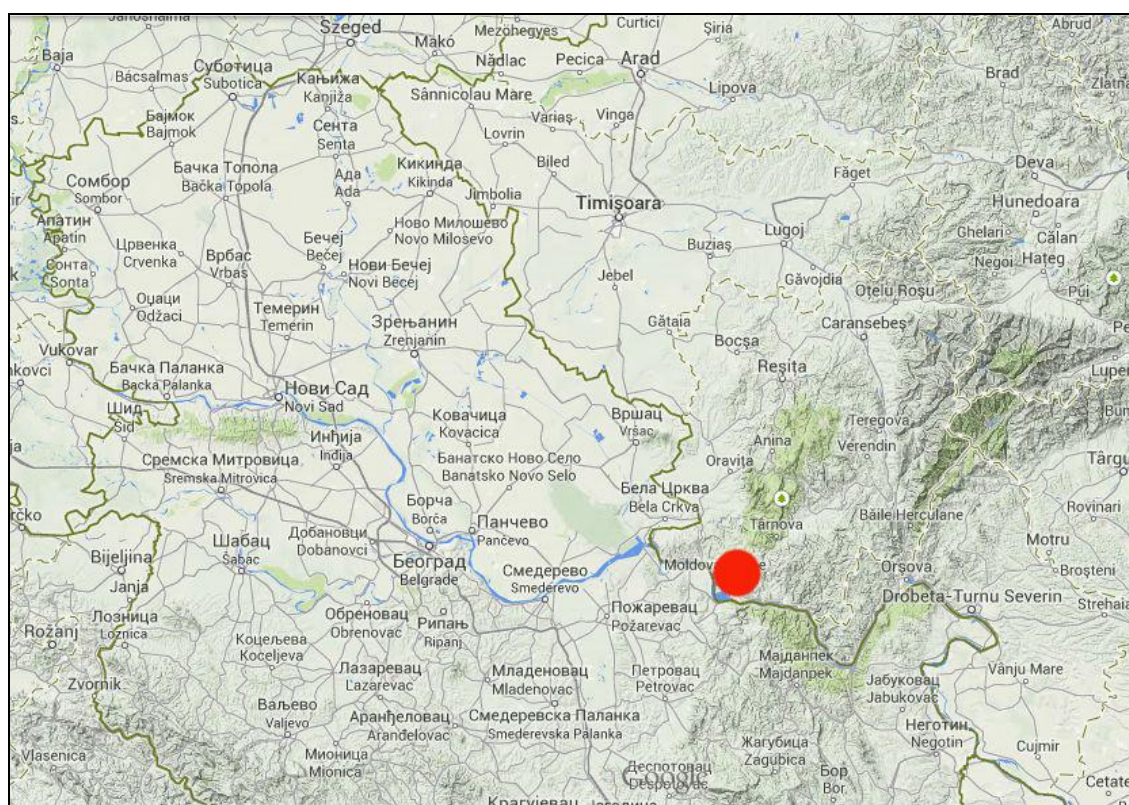
Hlavním cílem této práce je zhodnocení rozdílů v chemických vlastnostech půd vlivem různého způsobu využívání. Různé způsoby využívání půdy podporují jiné půdní procesy a v důsledku vedou k odlišnostem v půdních vlastnostech. Zvláště obdělávání půdy jako orné mění její chemismus skrze odběr organického materiálu při sklizni a různých způsobů zúrodnování: orba, přídavky hnojiv apod. (McLauchlan 2006).

Zájmovým územím práce je oblast rumunského Banátu osídlená českým obyvatelstvem. První osadníci z Čech sem přišli v první polovině 19. století do zcela neosídlené zalesněné krajiny. Nejprve přicházeli pracovat jako dřevorubci na výzvu místního podnikatele, poté za vidinou volné půdy a daňových úlev, které nabízela správa Habsburské monarchie, která se snažila o osídlení tohoto území (Klvač 2012). Čeští osadníci zde založili vesnice a vymýtili les pro pole a pastviny. Dodnes zde hospodaří podobným způsobem, jako v době svého příchodu. Členitost terénu nedovolila moderní mechanizaci polních prací, proto se stále vykonávají povětšinou ručně a s pomocí koňského a kravského zápřahu (Klvač 2012). Kulturní krajina v důsledku sestává z jemné mozaiky malých polí, sadů a luk a pastvin s roztroušenými dřevinami, hůře přístupné části terénu jsou doposud pokryty lesy.

V rámci této práce bude na základě zjištěných rozdílů v chemických vlastnostech půd pod zmíněnými typy využití krajiny zhodnocen vliv zdejšího způsobu hospodaření na půdní chemismus. Jedná se o krasovou oblast s členitým reliéfem, proto se část práce zaměřuje i na rozdíly v chemických vlastnostech podle typu reliéfu, protože na svazích lze předpokládat ovlivnění půd erozí, a v důsledku odlišný půdní chemismus. Vliv může mít i expozice a množství dopadajícího slunečního záření, protože to mimo jiné určuje rychlost půdních procesů (Smolík 1957, Walker a del Moral 2003). Výzkum bude doplněn přibližným zmapováním typů půd v území. A protože se jedná o krasovou oblast, je pozornost věnována i obecně vývoji půd v krasu.

2. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Zájmovým územím této práce je území o rozloze přibližně 33,5 km² v okolí vesnice Svatá Helena (Sfinta Elena) (příloha 1), založené českými přistěhovalci v oblasti rumunského Banátu na jihozápadě Rumunska (obrázek 1). Z jihu je zkoumané území ohraničeno Dunajem, který zároveň tvoří státní hranici mezi Rumunskem a Srbskem, z východu hlubokým krasovým údolím u Kulhavé skály, ze severu svahy do údolí jeskyně Turecké díry a ze západu hřebenem Varadu (příloha 1). Stručnou charakteristiku fyzicko-geografických faktorů zájmového území se zvláštním zřetelem na faktory ovlivňující vývoj a rozšíření půd uvádí následující kapitoly.



● poloha zájmového území

Obrázek 1. Poloha zájmového území

Zdroj: upraveno podle maps.google.com

2.1. Geologie a geomorfologie

2.1.1. Geologický a geomorfologický vývoj

Zájmové území patří z geomorfologického hlediska do Rumunských západních Karpat, které jsou tvořeny dvěma podjednotkami: Muntii Banatului (Banátské pohoří) a Muntii Apuseni (pohoří Apuseni). Banátské pohoří charakterizuje asymetrický reliéf a deprese, zájmové území se nachází v jižní části pohoří zvané Muntii Locvei. Toto pohoří se vyznačuje svahy orientovanými většinou k jihozápadu (Velcea 1983), nejvyšší hora Varful Corhanul Mare dosahuje 735 m (Kučera et al. 2014).

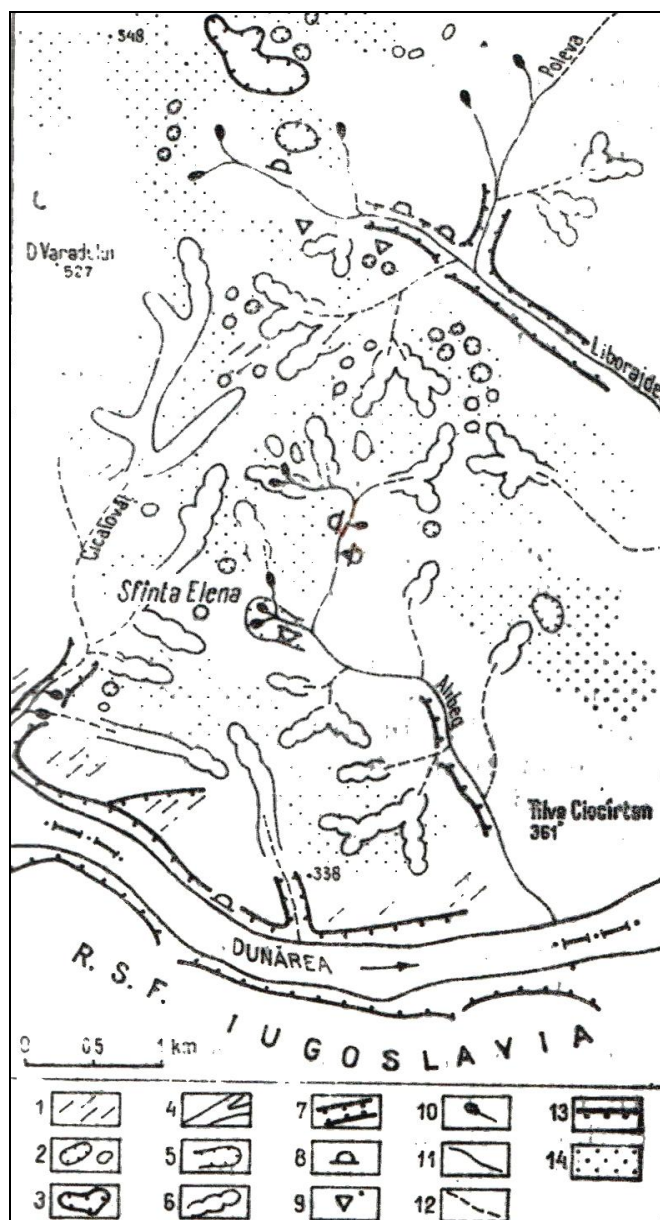
Pohoří Locvei je linií vedoucí přes Sasca Montana, Stinapari, Moldovita a Moldova Noua rozděleno na dvě geologicky odlišné části (Sencu a Iordan 1987). Západní část, rozlámánou v několik bloků, tvoří krystalické břidlice s tělesy vyvřelých hornin a četnými tektonickými poruchami orientovanými SZ-JV. Východní část tvoří triasové, jurské a křídové vrstvy vápenců poskládané v silně rozrušené synklinály a antiklinály. Podél výrazné dislokace, která obě části odděluje, se vyskytují intruzivní tělesa tvořená granodioritem. Původní krystalické břidlice a vápence jsou zde kontaktní metamorfózou přeměněny na rohovce a skarny. V oblasti krystalinika formují reliéf propojené zarovnané hřebeny, vápencovou oblast charakterizuje reliéf krasových plošin se závrtky, hlubokými údolími a částečně pohřbenými škrapovými poli (obrázek 2) (Sencu a Iordan 1987).



Obrázek 2. Reliéf vápencové oblasti

Zdroj: vlastní foto, foceno 6. 6. 2013, Svatá Helena

Zájmové území této práce se nachází poměrně nedaleko východním směrem zmíněné hranice (obrázek 1). Z velké části sestává z krasové plošiny rozprostírající se mezi údolími Liborajdea a Dunaje a nazvané podle již zmíněné vesnice Svatá Helena (Sfinta Elena) (Sencu a Iordan 1987). Leží v nadmořské výšce kolem 400 m n. m. a místy se zde vyskytují pohřbená škrapová pole. Nejrozšířenější formou krasovění jsou závrtky, ale vyskytují se i jeskyně (obrázek 3) (Sencu a Iordan 1987).



- 1 škrapy; 2 závrtky; 3 úvaly; 4 suchá údolí; 5 údolí vývěru;
 6 úvalová údolí; 7 kaňonovité údolí; 8 jeskyně; 9 ponor;
 10 pramen, vyvěračka; 11 stálé toky; 12 občasné toky;
 13 vápencové srázy; 14 nekarsový překryv; terra rossa

Obrázek 3. Krasové jevy v okolí Svaté Heleny

Zdroj: Sencu a Iordan 1987

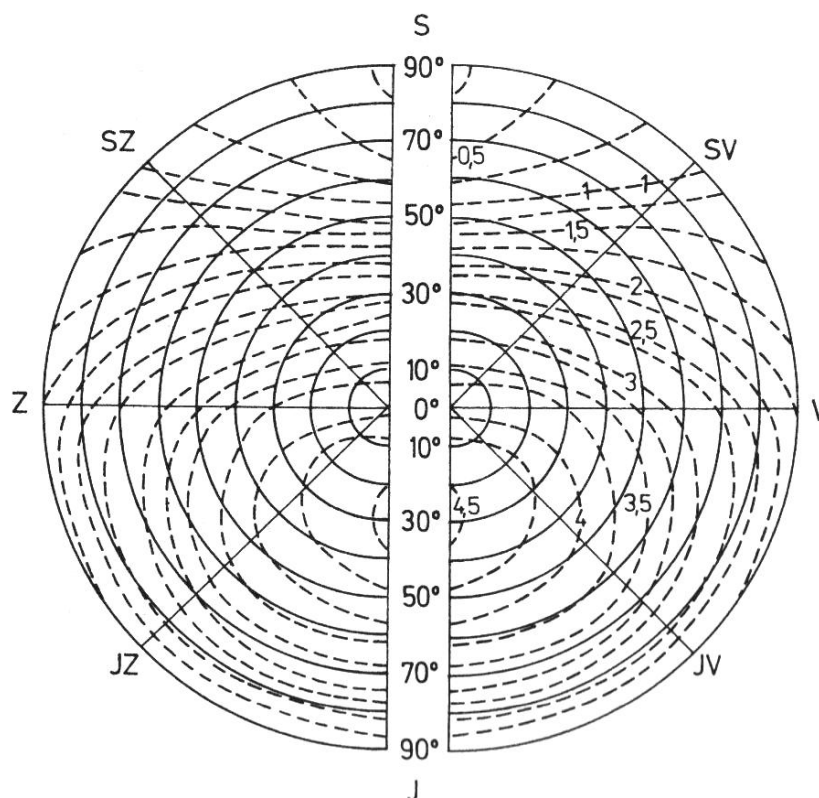
Jižní okraj zájmového území spadá strmým skalnatým srázem k Dunaji. Dunaj zde teče hlubokým kaňonem dlouhým 144 km vzniklým načepováním Panonské pánve z Rumunské nížiny. Jedná se vlastně o soustavu soutěsek (Grigore a Sencu 1987, Král 1999), kde se dochovaly říční terasy svědčící o postupném zahlubování toku. Nejstarší z teras se dnes nachází v nadmořské výšce 260 – 300 m a tvoří obvod pánví Liubcova, Berzasca, údolí Ciucaru Mare a Ciucaru Mic. Druhá terasa a třetí terasa leží ve výšce 200 - 210 m a 150 – 160 m a jsou znatelné v pánvích Liubcova a Orsova. Další terasy se vyvinuly během pleistocenních glaciálů a nejmladší dvě se dnes nacházejí pod hladinou vzdemutou po výstavbě přehrady Železná vrata (Grigore a Sencu 1987).

2.1.2. Reliéf

Zájmové území se nachází v nadmořské výšce 60 (hladina Dunaje) – 580 m n. m. (nejvyšší bod zájmového území) (příloha 2), nicméně většina území se nachází v nadmořské výšce mezi 250 – 450 m n. m. (příloha 3), průměrná nadmořská výška zájmového území je 340 m.

Reliéf zkoumané oblasti je značně členitý s poměrně hluboce zaříznutými údolními a strmým svahem nad Dunajem (příloha 4). Pouze asi třetinu území tvoří svahy se sklonem do 10°, většinu pak představují svahy o sklonitosti mezi 10 a 20° (příloha 5).

Z hlediska expozice v zájmovém území výrazně převažují svahy ukloněné k jihu. Největší rozdíl fyzicko-geografických podmínek mezi jižními a severními svahy je vůči příjmu slunečního záření, podobně jako jinde na severní polokouli. Jižní svahy přijímají sluneční záření po nejdelší dobu a mají tudíž největší příjem energie, naopak svahy severní jsou mu vystaveny po nejkratší dobu (Bazac et al. 1983). Příkon přímého slunečního záření v závislosti na orientaci svahu a jeho sklonitosti ukazuje obrázek 4. Přesto, že byl sestaven pro 50. rovnoběžku severní polokoule, může přibližně vypovídat o zájmovém území, které se nachází na 45. rovnoběžce. Podle diagramu přijímají nejvíce sluneční energie svahy se sklonitostí 30° orientované na jih (Moravec 1994). Nicméně v zájmovém území je příjem slunečního záření navíc modifikován členitostí terénu, díky níž jsou i jižní svahy hlubokých údolí více ve stínu (příloha 6).



----- izočary sumy potenciálního přímého slunečního záření v 10^6 kJ na m^2 za 6 měsíců vegetačního období

Obrázek 4. Přímé sluneční záření v závislosti na sklonu a expozici svahu

Zdroj: sec. Jeník a Rejmánek ex Moravec 1994

Rozdíly mezi východními a západními svahy jsou především ve vlhkosti: západní svahy jsou ráno ve stínu, v důsledku čehož jsou vlhčí a tvoří se zde rosa a jinovatka (Bazac et al. 1983). Podobný jev můžeme sledovat i u konfigurace reliéfu: konkávní tvary jsou vlhčí s častější depozicí rosy a velkou teplotní amplitudou mezi dnem a nocí i zimou a létem, zatímco tvary konvexní jsou permanentně vystaveny větru a zároveň zvyšují vzdušnou turbulenci a homogenizaci teploty vzduchu (Bazac et al. 1983).

2.2. Charakteristika klimatu

Území Rumunska se nachází v mírném klimatickém pásu s převažujícím západním prouděním (Král 1999). Východní a Střední Karpaty, které se táhnou severojižním směrem, představují bariéru atmosférické cirkulace. Proto má území

západně a jihozápadně od Karpat (nížina Banátsko – crisanská, Banátsko – crisanská pahorkatina, pohoří Apuseni a Transilvánská deprese) oceánské podnebí tvořené oceánskými vzdušnými hmotami, zatímco oblast ležící jižně a východně od tohoto pohoří je pod vlivem anticyklón přicházejícím z východu, které, pokud nejsou velkých vertikálních rozměrů, se zastaví o karpatské hřebeny (Bazac et al. 1983).

Zájmové území je tvořeno převážně jižně orientovanými svahy spadajícími k Dunaji. Nachází se na jižním výběžku Západních Karpat, které jsou nízké, fragmentované, s pozvolnými západními svahy, čímž umožňují pronikání oceánských vzdušných hmot od západu dále do vnitrozemí. V důsledku toho se zde vytvořily klimatické podmínky odpovídající skoro nížině (Velcea 1983).

Roční průměrná teplota se v nížinách na většině rumunského území pohybuje kolem 11°C (Mihai 1983), v pahorkatinách dosahuje 9 - 10°C (Sencu a Iordan 1987). Oceánské proudění přináší srážkové úhrny 550 – 650 mm do nížin a 600 - 850 mm do pahorkatin (Bogdan et al. 1983), v pohoří Locvei je roční úhrn srážek 800 mm (Sencu a Iordan 1987).

Oblasti v nadmořských výškách nad 400 m jsou ve srovnání s nižšími polohami teplejší v létě (průměrná červencová teplota 20 – 21°C) a v zimě chladnější (průměrná lednová teplota - 2°C), s vydatnějšími srážkami v průběhu celého roku. Na západě a jihu Rumunska jsou srážky po většinu roku kapalné, s méně než 20 dny sněžení. Sněhová pokrývka na svazích orientovaných k západu se udržuje v průměru 15 – 17 dní (Neamu 1983). Většinu území Rumunska charakterizuje srážkové maximum v období květen – červen, na horách v červenci, a minimum v únoru až březnu, ale oblasti ovlivňované oceánským prouděním mají ještě druhé maximum v období říjen – listopad (Bogdan et al. 1983).

Převažující jihozápadní vítr v Banátském pohoří vlivem orografických podmínek stoupá a po kondenzaci a vypadnutí srážek na východní a severní straně hor klesá jako teplý fén, zde nazývaný "cosava". Způsobuje tedy růst oblačnosti a frekvenci srážek na jižní a západní straně Banátských hor (pohoří Locvei, zájmové území), které se ročními srážkovými úhrny kolem 800 mm řadí ke srážkově bohatším oblastem Rumunska. Naopak severní a východní strana hor a pohoří Apuseni (ležící severně od Banátského pohoří) má nižší srážky a vliv fěnu zde umožňuje výskyt termofilních druhů a pěstování polních plodin až do 1000 m n. m. (Velcea 1983).

2.3. Stručný paleografický vývoj

Ve třetihorách okupovalo dnešní Dunajskou nížinu moře, které v miocénu ustoupilo v souvislosti s výzdvihem Karpat (Král 1999, Fitzsimmons et al. 2012). Na jeho místě se utvořilo jezero, které během spodního pleistocénu postupně vyschlo. Jeho přítomnost dokládají lakustrinní sedimenty tvořící substrát nejstaršího půdního komplexu sprašové série nalezeného v oblasti Vojvodiny severně od hlavního města Beograd a situovaného několik desítek kilometrů severozápadně od Svaté Heleny (obrázek 1). Stáří sedimentů se odhaduje na 1 milion let. Postupným vývojem se z něj vytvořily červené jíly (Fitzsimmons et al. 2012) a rubefikované půdy s feromagnetickými minerály Fe a Mn (Buggle et al. 2009), což svědčí o velmi vlhkém a teplém subtropickém podnebí v období kolem 900 až 800 tisíc let před současností (interglaciál G/M) (Fitzsimmons et al. 2012).

Na počátku středníhoho pleistocénu se během glaciálu Mindel formoval na území Rumunska periglaciální reliéf (Ichim et al. 1983) a v přilehlé Dunajské nížině se začal ukládat sprašový materiál (Fitzsimmons et al. 2012). Interglaciál Mindel/Riss se pak vyznačoval teplejším a vlhčím klimatem než jaké zde panuje dnes, rozšířily se porosty dubu a jilmu, a jelikož bylo období i dostatečně dlouhé, formovaly se vyvinuté půdy (Ichim et al. 1983). Následující risský glaciál byl naopak obdobím s nejdrsnějším klimatem za celý kvartér, nejteplejším místem Rumunska bylo pobřeží Černého moře, kde teplota dosahovala 10°C v červenci. Zároveň bylo podnebí vlhké a umožnilo zalednění Karpat. Interglaciál mezi Risseem a Würmem byl relativně krátký a vyznačoval se podnebím podobným tomu současnému (Ichim et al. 1983).

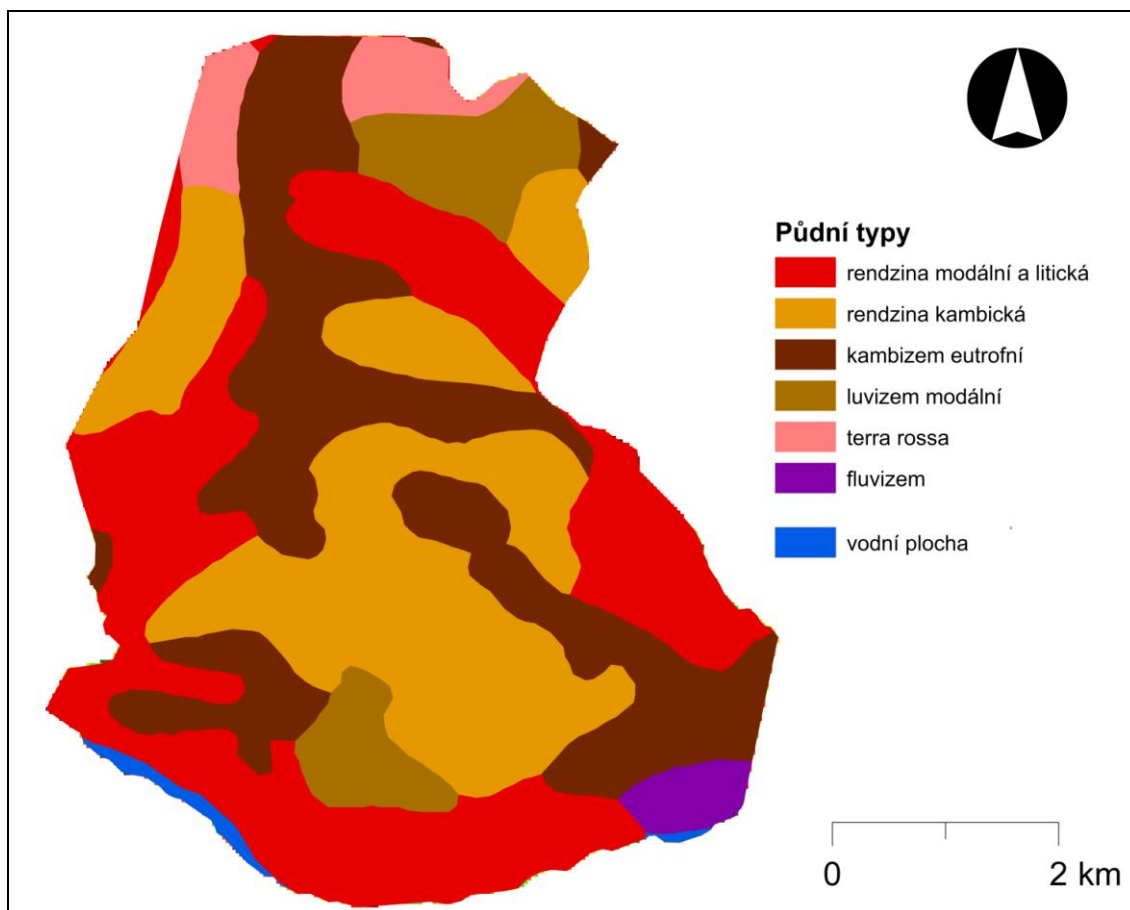
Poslední glaciální cyklus byl v jihovýchodní Evropě relativně teplý, ve srovnání se zbytkem Evropy. Dunajská nížina proto poskytovala refugium teplomilným druhům (Fitzsimmons et al. 2012). Oproti předchozím obdobím byl ale sušší, podnebí se vyznačovalo především kontinentalitou (Fitzsimmons et al. 2012, Markovič et al. 2008). Aridní podmínky se projevily ve větší intenzitě ukládání eolického materiálu, především v období mladšího dryasu, což bylo ale zčásti zřejmě i důsledkem vyšší intenzity větru, protože sedimenty tohoto období jsou hrubší zrnitosti. Proudění v Dunajské nížině převažovalo západoseverozápadní, v jižní části oblasti s minoritní složkou jihovýchodního. Po celé období posledního glaciálního cyklu byla vegetace v Dunajské nížině podobná: step až lesostep (Fitzsimmons et al. 2012). Suché klima přetrvávalo i v první třetině holocénu, kdy teplota stoupla o 8 – 10 stupňů a na území Rumunska se

vytvořilo značné množství sutí (Ichim et al. 1983). Postupně se šíří lesy, zpočátku především borovice v nížinách a smrčiny ve vyšších polohách, přibývá teplomilnějších druhů. V atlantiku se rozšířil buk, který v subatlantiku dominoval (Boscaiu 1983).

2.4. Půdy

V rozšíření půd na území Rumunska se uplatňuje především výšková stupňovitost. V nížinách se vyskytují půdy, které přibližně odpovídají našim černosolům (podle rum. klasifikace mollisolurilor), pahorkatiny jsou pokryté kambisoly a luvisoly (v rum. klasifikaci argiluvissoly), v horském pásmu se vyvinuly kambisoly a podzolsoly (rum. spodosoly). Na jihu a jihozápadě země s téměř mediteránními klimatickými podmínkami můžeme najít kambizemě přecházející ke kaštanozemím (brun-roscate a brun-roscate illimerizované). Na západě území se středoevropským klimatem se hojně vyskytují kambizemě a luvizemě. V zájmovém území by podle výškové stupňovitosti měly být rozšířeny dva druhy půd: kambizem eutrofní a luvizem modální (Chitu 1983).

Kambizem eutrofní byla popsána i Irimusem et al. (2008) v pohoří Apuseni, které se nalézá na sever od Banátského pohoří a má v mnoha aspektech podobné fyzicko-geografické podmínky. Průměrná roční teplota přesahuje 9°C a roční srážkové úhrny 700 mm. Kambizem eutrofní se v pohoří Apuseni vyvíjí na vápencích a bauxitu. Místy se vyskytuje i terra rossa, která je podle rumunské klasifikace varietou kambizemě eutrofní. Tato půda má mírně kyselou reakci pH 5,4 – 6 v horizontu A, typickým nadložním humusem je mul a typickou vegetací dřeviny: dub cer (*Quercus cerris*), dub balkánský (*Quercus frainetto*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), habr obecný (*Carpinus betulus*), dřín obecný (*Cornus mas*), líska obecná (*Corylus avellana*) a druhy trav: vousatka prstnatá (*Andropogon ischaemum*), kostřava walliská (*Festuca valesiaca*) (Irimus et al. 2008).



Obrázek 5. Přehled půdních typů v zájmovém území

Zdroj: vlastní zpracování podle Florea et al. (1993)

Podle Půdní mapy Rumunska v měřítku 1 : 200 000 (Florea et al. 1993) se v zájmovém území vyskytuje právě zmíněná kambizem eutrofní (asi 27 % území) (Florea et al. 1993). Kambizem dystrická, která se vyvíjí ve vyšších polohách a na kyselém substrátu (Florea et al. 1983) se nachází již za severní hranicí zájmového území. Dále luvizem modální (asi 7 % území), jejíž varietou je v rumunské klasifikaci i terra fusca (Florea et al. 1993). Podle Florey et al. (1983) by se měla vyskytovat na terasách a platformách. A nakonec nelze opominout rendziny (33 %; rendziny na přechodu ke kambizemím dalších 27 %), terra rossa (4 %) a fluvizem u břehu Dunaje (2 %) (Florea et al. 1993). Lokálně se podél menších toků a pramenišť vyskytují i gleje. Z důvodu pouze lokálního rozšíření jim dále již není věnována pozornost. Rozložení půdních typů znázorňuje obrázek 5, charakteristiku zmíněných typů, jak ji uvádí Florea et al. (1983) tabulka 1.

Tabulka 1. Charakteristika půdních typů v zájmovém území

Popis a podmínky výskytu					
	profil	teplota [°C]	srážky [mm]	vegetace	
kambizem eutrofní	A – Bv – C	6 - 10	600 – 800	dub, buk, smrk	
kambizem dystrická	A –Bv – C	3 - 8	700 – 1000	buk se smrkem	
luzizem modální	A – El – Bt – C	7,6 – 10,4	580 – 1000	dub, buk	
rendzina	Am – A/R – Rrz	x	x	dub, buk, smrk	
terra rossa	A – Bv – R	pod 9,5	přes 700	dub, buk	
litosoly	Ao – R	x	x	degradované lesy, louky	
fluvizemě	Ao – C*	x	x	hydrofilní louky	
* fluviální materiál mocnosti min. 50 cm					
Chemické vlastnosti					
	pH	nasycenost [%]	humus [%]	N [%]	P [%]
kambizem eutrofní	5,1 -7,7	60 – 90	2,5 – 12	0,1 – 0,6	0,06 – 0,3
kambizem dystrická	4,3 -5,5	30 – 50	3 - 25	0,1 – 0,9	0,1 – 0,3
luzizem modální	4,9 – 7,2	50 – 80	2,5 – 4	0,1 – 0,3	0,07 – 0,1
rendzina	5,5 – 7,5	přes 70	4 - 8	0,2 – 0,2	0,2 – 0,4
terra rossa	5,5 – 6	55 – 70	4 - 9	0,15 – 0,35	0,18 – 0,2
litosoly	6 – 6,8	70 - 80	4 - 5	0,25	0,12
fluvizemě	x	x	x	x	x

Zdroj: vlastní zpracování podle Florea et al. 1983

2.5. Vegetace a využití krajiny

2.5.1. Přirozená vegetace

Buček a Lacina (2012) v území krasové planiny Svaté Heleny vymezili tři výškové vegetační stupně: dubový, bukodubový a dubobukový. Dubový vegetační stupeň se vyznačuje vysokým zastoupením submediteránních druhů dubu: dub balkánský (*Quercus frainetto*), dub cer (*Quercus cerris*), dub pýřitý (*Quercus pubescens*), dub jadranský (*Quercus virgiliana*), dále habru východního (*Carpinus orientalis*), jasanu zimnáře (*Fraxinus ornus*), ruje vlasaté (*Cotinus coggygria*) a šejku obecného (*Syringa vulgaris*). Místy se vyskytuje mahalebka (*Prunus mahaleb*), dřín obecný (*Cornus mas*) a javor babyka (*Acer campestre*). Tento vegetační stupeň se nachází v nejteplejších a nejsušších polohách, tedy na jižních, plně osluněných svazích nad Dunajem, v nadmořské výšce do 300 m n. m (Buček a Lacina 2012).

Bukodubový stupeň se rozkládá mezi 300 a 400 m n. m. Kromě zmíněných submediteránních druhů dubu vyskytujících se již v 1. vegetačním stupni se zde

vyskytuje buk moesijský (*Fagus sylvatica* subs. *moesiaca*) a habr obecný (*Carpinus betulus*) (Buček a Lacina 2012).

Nejvýše položenou část zájmového území zaujímá dubobukový vegetační stupeň, najdeme jej však i na severních svazích a v hlubokých údolích v nižších polohách. Hlavní dřevinou je zde buk (*Fagus sylvatica*), dále pak habr obecný (*Carpinus betulus*) a objevují se i javory: babyka (*Acer campestre*), mlěč (*Acer platanoides*), klen (*Acer pseudoplatanus*) (Buček a Lacina 2012).

Donita (1983a) ve vegetačním členění celého Rumunska téměř celé zájmové území řadí do dubových porostů, které se vyskytují až do 600 m n. m. a duby jsou zde smíšeny s buky, javory a jasaný. Nad 600 m n. m. jsou pak rozšířeny bučiny, to se však týká pouze okrajových částí zájmového území (Donita 1983a).

Podrost společenstev s převahou dubu se podle Donity (1983b) odlišuje v závislosti na půdních vlastnostech: na půdách vlhkých a úrodných tvoří keřové patro habr, v suchých podmínkách jihu Banátských hor je to habr východní (*Carpinus orientalis*) a jasan zimnář (*Fraxinus ornus*) (Donita 1983b). V bylinném patře je na mělkých a málo úrodných půdách typický výskyt různých druhů čilimníku (*Cytisus*), v Banátu i ruje vlasaté (*Cotinus coggygria*). Na živných půdách najdeme kyčelnici cibulkonosnou (*Dentaria bulbifera*), svízel vonný (*Asperula odorata*), žindavu evropskou (*Sanicula europia*), bažanku vytrvalou (*Mercurialis perennis*), hluchavku horskou (*Lamium galeobdolon*), srhu hajní (*Dactylis polygama*), válečku lesní (*Brachypodium sylvaticum*), lipnici hajní (*Poa nemoralis*), v sušších podmínkách i popenec obecný (*Glechoma hederacea*), hrachor černý (*Lathyrus niger*) a violku srstnatou (*Viola hirta*). Naopak kyselé půdy jsou charakteristické porostem biky bělavé (*Luzula luzuloides*), kručinky barvířské (*Genista tinctoria*), rozrazilu lékařského (*Veronica officinalis*) a jestřábníku sp. (*Hieracium* sp.) (Donita 1983b).

2.5.2. Využití krajiny a současná vegetace

Území bylo v podstatě pusté (6 ob./km²) až do 19. století, kdy bylo kolonizováno obyvatelstvem z Čech (Klvač 2012). Sencu a Iordan (1987) uvádí hustotu zalidnění ve 20. století na 50 ob./km².

První čeští kolonisté byli především dřevorubci, kteří sem přišli pracovat na výzvu místního podnikatele. Později přicházeli i rolníci za vidinou volné půdy a

daňových úlev, které nabízela správa Habsburské monarchie za účelem dosídlení tohoto území (Klvač 2012). Osadníci káceli bukové lesy a začali obdělávat půdu. Do dnešního dne se zde dochovala mozaika malých políček a pastvin, která zde odolala kolektivizaci díky nevhodnosti terénu pro mechanizaci (Klvač 2012). Mechanizace je zde vzácná i dnes, polní práce se vykonávají ručně nebo s pomocí záprahu koní či krav (příloha 7). Hnojení je převážně přírodní, i když chemická hnojiva také nejsou zcela neznámá. Běžným způsobem hospodaření je střídání plodin, místy se praktikuje i úhorování. Pěstuje se pšenice, oves, žito, kukuřice, brambory, jetel, vojtěška a dýně (Klvač 2012).

V současné době mnoho obyvatel odchází zpátky do Čech, a mnoho půdy proto zůstává neobděláváno. Některá pole se mění v pastviny, jiná zůstávají ležet ladem a samovolně zarůstají, stejně tak některé louky a pastviny již nejsou využívány. V krajině jsou dále roztroušeny ovocné sady s převahou švestek. Často je najdeme na dně krasových závrťů, kde je úrodnější půda (Klvač 2012).

Původní vegetace během dvou století lidské činnosti doznala značných změn. V dubovém vegetačním stupni se dnes díky výmladkovému hospodaření vyskytují nízké lesy s dominancí habru východního (*Carpinus orientalis*) a jasanu zimnáře (*Fraxinus ornus*), dále pastviny, které jsou z většiny již opuštěné a zarůstají rovněž jasanem zimnářem (*Fraxinus ornus*) (Buček a Lacina 2012). Bukodubový vegetační stupeň je zcela pod vlivem lidské činnosti. Zbývající lesy jsou obhospodařovány výmladkovým způsobem, a mají proto podobu pařezin. Převažuje v nich buk moesijský (*Fagus sylvatica* subsp. *moesiaca*), který má výbornou regenerační schopnost. Nicméně v tomto vegetačním stupni převažují pastviny, louky, pole a lada s roztroušenými dřevinami (obrázek 6), z nichž vyniká zejména lípa stříbrná (*Tilia tomentosa*) a javor babyka (*Acer campestre*) (Buček a Lacina 2012). Nejvíce se zachovaly původní lesní porosty s dominancí buku v dubobukovém vegetačním stupni, který se nachází ve vyšší nadmořské výšce a ve větší vzdálenosti od vesnice a v hůře přístupném údolí Alibeg v jižní části zájmového území. Zde najdeme porosty vzrostlých stromů (Buček a Lacina 2012).

Maděra et al. (2012) na základě rozsáhlého geobotanického průzkumu v území vymezili následující typy biotopů (mimo sídla): skalní společenstva, cerové doubravy, submediteránní lesy, suťové lesy, bučiny, akátiny, vysoké mezofilní křoviny, sady mezofilní, sady subxerofilní, mezofilní louky a pastviny, subxerofilní louky a pastviny, mokřady a prameniště, lada a pole.



Obrázek 6. Kulturní krajina u Svaté Heleny

Zdroj: vlastní foto, foceno 6. 6. 2013, Svatá Helena

Z druhů zmíněných v předchozí kapitole (kap. 2.5.1) Maděra et al. (2012) zaznamenali v zájmovém území výskyt čilimníku chlupatého pravého (*Cytisus leucotrichus*) a ruje vlasaté (*Cotinus coggygria*) ve skalních společenstvech, submediteránních lesích, suťových lesích a subxerofilních loukách a pastvinách, což indikuje sušší podmínky a méně úrodné půdy na těchto místech (viz kap. 2.5.1). Z druhů rostoucích podle Donity (1983b) (viz kap. 2.5.1) na bohatších půdách zmiňují Maděra et al. (2012) výskyt žinčavy evropské (*Sanicula europaea*) v suťových lesích a bučinách, bažanky vytrvalé (*Mercurialis perennis*) v cerových doubravách, suťových lesích, bučinách a subxerofilních loukách a pastvinách. Dále byla Maděrou et al. (2012) pozorována srha hajní (*Dactylis polygama*) v suťových lesích a bučinách, válečka lesní (*Brachypodium sylvaticum*) ve všech typech lesních společenství, mezofilních sádech a mokřadech a prameništích a lipnice hajní (*Poa nemoralis*) v suťových lesích a bučinách. Popenec obecný (*Glechoma hederacea*) svědčící o sušších podmínkách byl zaznamenán v mezofilních sádech, subxerofilních loukách a pastvinách, ladech a polích, hrachor černý (*Lathyrus niger*) ve všech typech lesů, luk a polí a violka srstnatá (*Viola hirta*) ve všech typech lesa, vysokých mezofilních křovinách, sádech a loukách. Z acidofilních

druhů podle Donity (1983b) se v území vyskytuje bika bělavá (*Luzula luzuloides*) v porostech bučin a rozrazil lékařský (*Veronica officinalis*) ve společenství cerových doubrav, submediteránních lesů, bučin, subxerofilních luk a pastvin (Maděra et al. 2012).

Na základě výše popsaného můžeme očekávat sušší a na živiny bohatší půdy na místě vysokých mezofilních křovin a suťových lesů. Ohledně ostatních vymezených typů společenstev je závěr již méně jednoznačný, neboť se zde vyskytují mezofilní i acidofilní druhy, což konstatují i Maděra et al. (2012). Nicméně uvádí převahu bazofilních druhů v cerových doubravách a nitrofilních a bazofilních v místech pramenišť (Maděra et al. 2012).

Přehled vymezených typů biotopů podle Drobilové (2012) v části zájmového území zobrazuje příloha 8. Bučiny zaujímají nejvýše položené partie krasové planiny a svahy hluboko zaříznutých údolí, kde jsou místy pozměněny na bukové a dubohabrové pařeziny a střídají se s ostrůvky suťových lesů. Primární křoviny jsou přirozeným porostem na příkrých svazích s mělkými půdami a nejvíce se vyskytují ve svazích nad Dunajem společně se skalními společenstvy. Mezofilní louky, pastviny i sady převažují v severní části území, jejich subxerofilní varianty v jižní. Ve větší vzdálenosti od obce se na již opuštěných pozemcích formují biotopy lad (příloha 8, Drobilová 2012).

Kromě postupného opouštění zemědělských pozemků doznala krajina v okolí Svaté Heleny v posledních letech dalších změn v souvislosti s vybudováním větrných elektráren na počátku roku 2012 (příloha 9). Celkem bylo na hřebenech nad vesnicí vztyčeno 20 větrníků a pro jejich obsluhu byly zbudovány cesty se zpevněným povrchem (příloha 10).

3. PŮDY KRASOVÝCH OBLASTÍ

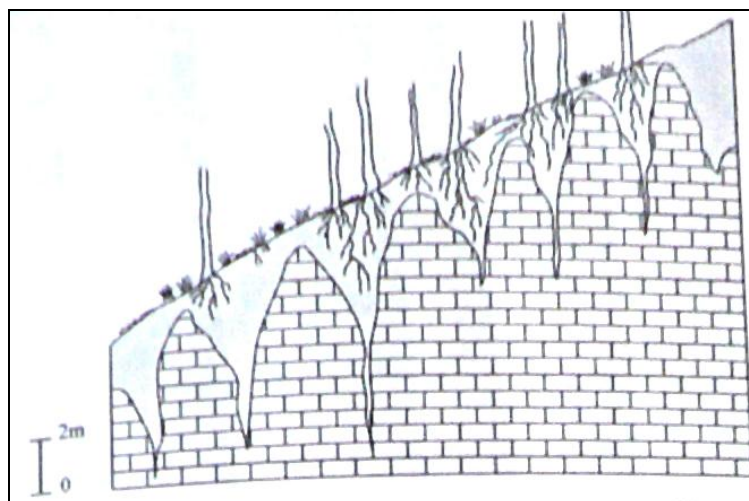
Tato kapitola je věnována specifikům vývoje půd v krasových oblastech, přesněji karbonátovému krasu na vápencích a dolomitech, protože právě takového typu je kras studovaného území. Pozornost bude věnována i přikrytému krasu, kdy jsou krasové horniny pokryty dostatečně mocnými, ale propustnými autochtonními zvětralinami nebo alochtoním materiálem (Demek 1987).

Vápenec se v porovnání s ostatními horninami vyznačuje mnoha odlišnými vlastnostmi, v důsledku čehož jsou i krasové krajiny tvořené touto horninou jedinečné z hlediska reliéfu a povrchových i podpovrchových tvarů. Díky tomu jsou i půdy, které se zde vyvíjejí, typické právě pouze pro tyto oblasti.

Narozdíl od ostatních hornin, které při zvětrávání tvoří minerální základ, z něhož se vyvíjí půda, při zvětrávání vápence se uhličitán vápenatý, tvořící převážnou část horniny, rozpouští, CO_2 uniká, váže se ve vodě a Ca^{2+} se vyluhuje nebo váže v humusu. Pokud by byly substráty – vápence, dolomity, travertiny aj. - zcela čisté, bez cizorodé příměsi, půda by na nich vůbec nemohla vzniknout (Smolíková 1982b).

Na rychlost rozpouštění uhličitánu vápenatého má vliv mnoho faktorů. Zásadní je porozita horniny, která je nejvyšší u nejmladších hornin (i přes 20 %), zatímco u velmi starých se může pohybovat i pod 2 % (Salomon 2006). Z podobného důvodu se vápník ve vápencích rozpouští a vyluhuje rychleji než v dolomitech (Smolíková 1982b). Pokud je přítomen půdní pokryv, vyvíjející se krasový reliéf mívá zaoblenější a hladší tvary, protože půda zajišťuje vhodné perkolační podmínky pro korozi, zvláště pokud dlouho zadržuje vodu. V případě pokrytí vegetací, je krasovění ještě uspíšeno, protože rostliny obohacují vodu při protékání skrze půdu o oxid uhličitý a některé další kyseliny, které usnadňují chemické zvětrávání (Salomon 2006). Můžeme zde tedy pozorovat pozitivní zpětnou vazbu: při menší nerovnosti se v depresi akumuluje materiál, ať už auto či alochtonní, který napomáhá dalším procesům krasovění a vývoji kapes (obrázek 7) (Němeček et al. 1990, Salomon 2006).

Minerální hmota půd vyvíjejících se na vápencových podložích, jejímž základem jsou silikáty a křemen, vzniká z nerozpustného rezidua přimíseného ve vápencích (Smolíková 1982b) nebo alochtonního materiálu přineseného odjinud, přičemž se jedná nejčastěji o materiál eolický, méně často fluvialní (Šamonil 2005).



Obrázek 7. Procesy krasování pod půdním a vegetačním krytem

Zdroj: Salomon 2006

Materiál nerozpustného vápencového rezidua je zpravidla přinesen do sedimentační pánve během diagenese (Šušteršič et al. 2009). Nejčistší vápencové horniny, z nichž vznikly nejvyvinutější krasy na světě, se tvoří v sedimentačním prostředí platform, kde podmínky dovolují depozici hydroxidů hliníku a železa. Jedině tyto minerály mohou být podle Šušteršiče et al. (2009) považovány za příměs vlastní těmto horninám, protože jsou typickým produktem sedimentačního prostředí a diagenese vápence, ostatní příměsi musí být považovány za nečistotu. Podle Salomona (2006) jsou vápence považovány za nečisté, pokud obsahují 10 – 50 % příměsi cizorodého materiálu. Tím mohou být v blízkosti kontinentů jílové minerály (hlavně kaolinit a illit), křemen, živce a slídy, které sem byly přineseny řekami, dále těžké kovy (Cu, Mn), sulfáty, železo, sodík a chlor (Salomon 2006, Smolíková 1982b). Určité příměsi dávají hornině specifickou barvu: oxidy křemíku červenou, manganu žlutou, organický materiál černou (Salomon 2006). Materiály přimísené do vápence při jeho diagenesi zvětrávají teprve po úplném rozpuštění a vyluhování vápníku a tedy mírném okyselení půdy (Smolíková 1982b).

Z výše popsaných důvodů jsou půdy, které nacházíme na vápencových substrátech, zpravidla mělké, málo vyvinuté a s nízkým podílem jemnozemě. Zde nalézané hluboké půdy představují velmi staré půdy, které prošly velmi dlouhým a složitým vývojem (Němeček et al. 1990, Smolíková 1982b, Šamonil 2005). Na vápencích můžeme podle Němečka et al. (1990) sledovat vývojovou řadu: karbonátová syrozem, protorendzina, mulovitá rendzina, mulová rendzina, hnědá rendzina, terra fusca, terra rossa.

3.1. Rendziny

Rendziny jsou nejčastějším a zároveň nejméně vyvinutým půdním typem vyskytujícím se na vápencových substrátech. Jejich vývoj příliš nezávisí na klimatických podmínkách a stačí k němu několik set let (Vopravil 2009). Hlavním pedogenetickým procesem je humifikace (Tomášek 2007).

Obvykle se jedná o mělké až středně hluboké (max. 30 cm), kamenité půdy s jemnozemí těžšího zrnitostního složení (Smolíková 1982b, Tomášek 2007). Humusový horizont, který mívá nejčastěji tmavé zbarvení, nasedá přímo na horizont rozpadu matečné horniny (Vopravil 2011). Podle Smolíkové (1982b) se velmi podobají černozemím, které se od nich odlišují pouze matečným substrátem a z určitého úhlu pohledu mohou být považovány za zvláštní typ pararendzin. Pararendziny jsou málo vyvinuté půdy vyvíjející se na silikátových nebo smíšených substrátech, uvolňující při zvětrávání větší množství uhličitane vápenatého. Rendziny vznikající na čistě karbonátových substrátech se pak označují jako pravé rendziny (Smolíková 1982b). Nicméně rendziny s vyšší alochtonní příměsí (viz úvod této kapitoly) se mohou projevovat jako pararendziny včetně jejich působení na druhové složení a produkční potenciál fytocenóz (Šamonil 2005).

Hlavním znakem rendzin je přítomnost uhličitane v celém profilu s výjimkou některých již částečně odvápněných variet, chemická reakce je tudíž neutrální až slabě alkalická (pH_{KCl} 6,5 – 7,2) (Tomášek 2007, Vopravil 2011). Sorpční nasycenost bývá vysoká, především kationty Ca a Mg, obsah humusu vysoký (3 – 4 %) a jeho kvalita střední (Šamonil 2005, Vopravil 2011).

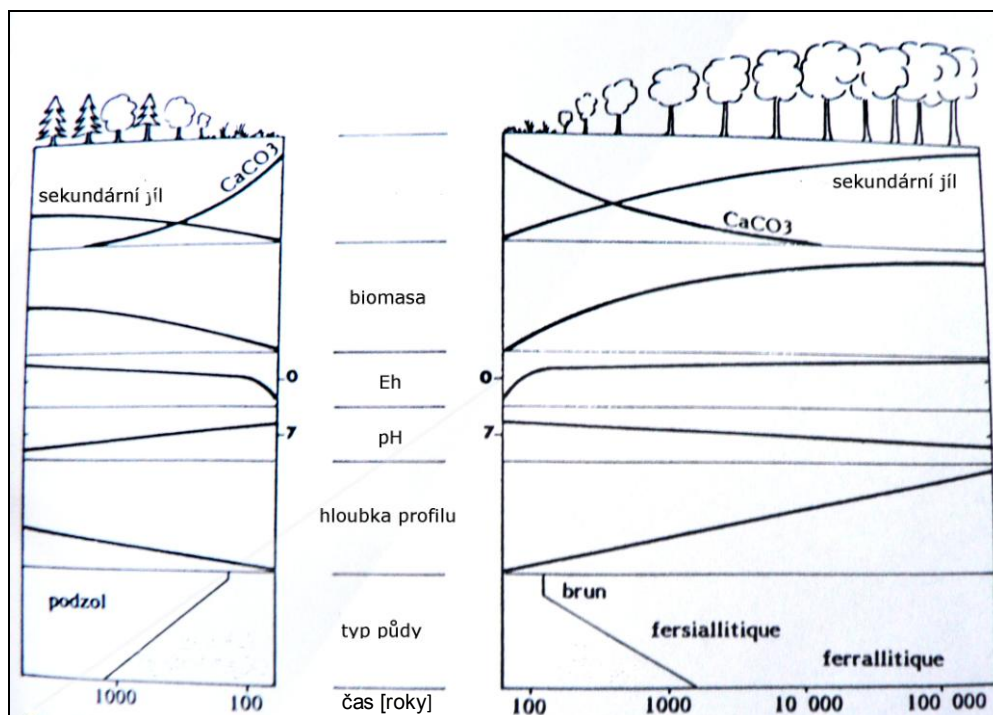
Nicméně stejně jako kambizemě projevují i rendziny závislost obsahu humusu v horizontu A a okyselování půdního profilu na hydrotermickém režimu. Obsah humusu u rendzin s nadmořskou stoupá a pH klesá (Němeček et al. 1990), protože teplota s výškou klesá a srážkové úhrny stoupají, což zvyšuje vyluhování živin (Jenny 1941). Podle Bazaca et al. (1983) na území Rumunska s nadmořskou výškou teplota klesá o 0,5 až 0,7°C/100 m a srážky o 70 – 100 mm / 100 m (Bazac et al. 1983). Podobně to platí i pro různé svahové orientace. Jak již bylo uvedeno v kap. 2.2.3, přijímají jižní svahy mnohem více slunečního záření než severní svahy. Podle Walkera a del Morala (2003) je ve výsledku povrch na jižních svazích teplejší a sušší s až třikrát větší evapotranspirací, vyšší dekompozicí a mineralizací, ale také nižší rostlinnou produkcí a tím pádem nižší akumulací organického materiálu v půdě. Jižní svahy v důsledku často

trpí nedostatkem K a P. Naopak severní svahy jsou vlhčí a chladnější a půdy na nich tudíž kyslejší (Walker a del Moral 2003).

Rovněž půdy na náhorních plošinách jsou více vyluhované než půdy na svazích (Zachar 1973), protože sklonitost svahu ovlivňuje míru infiltrace vody a erozi. Větší sklonitost zapřičiňuje nižší infiltraci a tedy vyšší povrchový odtok, sušší mikroklima a slabší vyluhování (Jenny 1941, Smolíková 1982a), což je výrazné především na jemnozrnných substrátech. Vyšší sklonitost také zvyšuje pravděpodobnost eroze, především v kombinaci s jemnozrnnou půdou (Walker a del Moral 2003).

Ke změně půdní reakce dochází také s postupujícím vývojem, kdy postupně od svrchních partií dochází k vyluhování karbonátů a hodnota pH_{KCl} klesá ve svrchní části horizontu k pH 6,3, ve spodní části dosahuje pH 7 (Šamonil 2005). Půda je také obohacována jílem (Meyer 1987, Němeček et al. 1990). Postupujícím vývojem rendzin vzniká kambický horizont a půdy přecházejí ke kambisolům (Šamonil 2005).

Vývoj některých půdních vlastností v závislosti na čase aplikovatelných i na rendziny (zvláště obsah uhličitánů a jílu, pH a hloubka profilu) znázorňuje obrázek 8. Zároveň porovnává vývoj pod listnatým a smíšeným lesem, jelikož ale přirozeným porostem rendzin jsou listnaté lesy (zpravidla doubravy v nižších a bučiny ve vyšších polohách) (Vopravil 2009), má pro účely této práce větší význam jeho pravá část.



Obrázek 8. Vývoj půdy v průběhu času

Zdroj: upraveno podle Meyera 1987

Půda počátečního stadia vývoje rendzin je označována jako protorendzina (Smolíková 1982b). Někdy je zvlášť vyčleňována ještě méně vyvinutá karbonátová syrozem, která jí předchází (Němeček et al. 1990, Tomášek 2007). Protorendzina je mělká půda (několik cm), jejíž tmavě zbarvený humusový horizont obsahující zbytky rostlin a nezvětralé úlomky matečné horniny leží přímo na pevném vápencovém podloží. Celý profil je vápnitý a formou humusu je moder (Smolíková 1982b).

Dalším stadiem je mulovitá rendzina, kde se již objevuje horizont rozpadu matečné horniny a horizont A může nabývat mocnosti až 25 cm, je písčitý a skeletovitý, černošedé barvy. Formou humusu je stále moder, ale již s přechodem k mulu (Smolíková 1982b). V dalším stadiu označovaném jako mulová rendzina je půda již bohatá na jíl a formou humusu je mul. Dále zde již můžeme odlišit subhorizonty A₁ (obvykle 10 – 15 cm) a A₂ (obvykle kolem 10 cm) šedé barvy, skeletovité a zvolna přecházející do světlešedého karbonátového horizontu (mocnost 15 – 20 cm), který zvolna přechází do horizontu matečné horniny (Smolíková 1982b).

Nejvyvinutějším stadiem rendzin (na přechodu ke kambisolům) je hnědá rendzina, za jejíž hlavní znak lze považovat úplné odvápnění jemnozeme ve svrchní části profilu a dále přítomnost slabě vyvinutého B horizontu mezi humusovým a karbonátovým horizontem, který mívá sytě hnědou barvu. Skelet se nachází v celém profilu, ale nese známky zvětrávání (Smolíková 1982).

3.2. Terrae calcis

Role vápenců krasových krajín při vývoji terrae calcis a především pak terra rossy, která se všeobecně těší větší pozornosti, není ještě zcela prozkoumána. Může mít roli matečné horniny, hostitele cizorodého, především eolického, materiálu, který posléze plní funkci matečného substrátu, nebo katalyzátu při formování hematitu (viz dále) (Yassoglou et al. 1997). První alternativu podporují nálezy vysokého obsahu reziduálního materiálu vápenců v těchto půdách a vázanost na vápencové podloží, druhou, identifikace nezanedbatelného množství příměsí cizorodého materiálu ve frakci jílu a prachu v terrách a dále závěry výpočtů, podle kterých by bez cizorodé příměsi bylo ke genezi těchto půd třeba 100 m mocné vrstvy vápence a statisíců až milionů let (Němeček et al. 1990). Podle Šamonila (2005) již mezi rendzinami nenachází Šály žádné profily tvořené jen z nerozpustného zbytku karbonátů. Příměs cizorodého materiálu (zejména křemene) činila vždy alespoň 10 % (Šamonil 2005). Dále výzkum

půd na čistých vápencích připomínajících kambisoly ve vysokohorském krasu německých Alp prokázal, že jejich substrátem je eolický materiál (Küfmann 2003). Podíl eolického materiálu při formování půd v krasových oblastech prokázaly i další studie (Bronger a Sedov 2003, Priori et al. 2008).

Obecně převažuje mínění, že vápence krasových oblastí mohou plnit všechny tyto tři funkce, a to v závislosti na konkrétních podmínkách (Smolíková 1982b, Yassoglou et al. 1997). Pokud je nerozpustná příměs ve vápencích nízká, převažuje role hostitele, v asociaci s jinými horninami převažuje role katalyzátoru (Yassoglou et al. 1997). Naopak jestliže vápence obsahují dostatek nerozpustného rezidua, dominuje role vápence jako matečné horniny, jak ukazují Bronger et al. (1983) na příkladu terra rossy na Slovensku, u níž prokázali vývoj z reziduí pliocenních travertinů, z nichž byla zděděna většina v půdě přítomných minerálů. Zároveň zde nepozorovali žádné známky tropického či subtropického zvětrávání (i kaolinit byl zděděn z matečné horniny), pouze formaci hematitu indikující proces rubefikace (Bronger et al. 1983), který může být tudíž považován za hlavní půdotvorný proces těchto půd (Němeček et al. 1990, Smolíková 1982b, Šamonil 2005).

Aby mohl proces rubefikace začít, musí matečný substrát nejprve projít úplnou dekarbonatizací a i voda v půdě musí být zcela bez kationtů vápníku (Meyer 1987). Samotný proces probíhá v podnebí s průměrnou roční teplotou vyšší než 15°C a ročními srážkovými úhrny kolem 800 až 900 mm s výraznou suchou periodou (Bullock 1985), během nichž mohou dehydratovat oxidy železa (goethitu a hematitu), které se posléze váží na povrchu jílových minerálů, což dodává půdě červenohnědé zbarvení (Meyer 1987). Tyto podmínky byly ve střední Evropě splněny naposledy v cromerském interglaciálu (G/M; cca 900 až 800 tisíc let BP), kdy zde vládlo velmi teplé submediteránní klima. Proto se terra rossa, jež je hlavním produktem tohoto procesu, v Evropě vyskytuje jen ve formě reliktních nebo fosilních půd (Šamonil 2005). Její obdobou jsou recentní mediteránní půdy (Smolík 1957).

Během rubefikace dochází v půdách k formaci goethitu ($\text{FeO}(\text{OH})$) a hematitu (Fe_2O_3). Goethit je oxyhydroxid v půdách všech podnebí, propůjčuje jim hnědou barvu, která je tím tmavší, čím je hojnější (Meyer 1987), ale může mít i žluté zbarvení v případě dobře vyvinutých krystalů (Němeček et al. 1990). Podle Torrenta et al. (1983) půdy s obsahem výlučně goethitu nabývají barev 10YR až 2.5Y, jakmile je ale přítomen hematit, získávají půdy červenější barvu, protože sytá červen hematitu efektivně maskuje žlutohnědou barvu goethitu (Torrent et al. 1983). Hematit se formuje v

klimatu mediteránním, tropickém nebo ekvatoriálním (Meyer 1987) na matečném substrátu obsahujícím Fe, v půdním prostředí s promyvným režimem, alkalickou půdní reakcí a nízkým obsahem organického materiálu, protože organický materiál brání jeho vzniku. (Yassoglou et al. 1997).

Jelikož hematit propůjčuje půdám červené zbarvení (Meyer 1987), navrhuje Avery (1985), aby byly horizonty B terry rossy - jinak vápencový rothlehm (Šamonil 2005) - a obecně paleosolů, jejichž identifikačním znakem je přítomnost hematitu, diagnostikovány na základě těchto kritérií: jestliže je převažující materiál zrnitosti jemného siltu nebo jemnější, měla by být barva 7.5 YR nebo červenější a chroma vyšší než 4, jestliže je materiál hrubší, měla být barva 5YR nebo červenější (Avery 1985).

Vázanost procesu rubefikace na subtropické a tropické podnebí byla zpochybněna Brongerem et al. (1983), kteří v půdách typu terrae calcis na Slovensku identifikovali tvorbu hematitu, ale žádné další známky působení subtropického či tropického podnebí. Rovněž Schwertmann et al. (1982) pozorovali tvorbu hematitu v mírném klimatu. Nicméně z důvodu absence podrobnějšího vysvětlení se tato práce drží původní teorie jeho vzniku v periodicky vlhkém teplém podnebí.

Proces rubefikace, i když mnohem méně intenzivní (především formace goethitu, hematit se formuje v zanedbatelné míře), se podílí rovněž na vývoji půd typu terra fusca (vápencový braunlehm), která se tvoří v teplých obdobích pleistocénu – v intervalu eemského (R/W) a holsteinského (M/R) interglaciálu (Šamonil 2005) pod listnatými porosty (doubravy a bučiny) (Smolíková 1982b) a mohou se zvolna vyvíjet i v dnešních klimatických podmínkách střední Evropy (Němeček et al. 1990, Šamonil 2005), interstadiály jsou pro jejich vývoj krátké a klimaticky málo výrazné (Smolíková 1982b). Nicméně například na území České republiky nejsou recentní terra fusky dosud známy, důvodem může být blokování sukcese antropogenní činností (Šamonil 2005).

Profily těchto půd jsou zpravidla polycyklické (Smolíková 1982b), charakteristické působením obdobných pedogenetických činitelů v několika po sobě následujících cyklech (Němeček et al. 1990), například interglaciálech. Mocnost a stupeň lessivace závisí na počtu teplých období, po která se profil vyvíjel (Němeček et al. 1990). Podle Němečka et al. (1990) s postupující pedogenezí obecně dochází ke snižování pH a sorpční nasycenosti, zvyšování obsahu jílu v horizontu B (viz také obrázek 8) a zvyšování mocnosti profilu. Tyto procesy zároveň pozitivně korelují s vyšší průměrnou roční teplotou. Dále dochází ke zvyšování obsahu půdního dusíku, který má naopak negativní vztah k současné roční teplotě, a zvyšování objemové

hmotnosti povrchových horizontů, které je ovlivněno ročními srážkovými úhrny. Jeden centimetr mocnosti profilu terra fusky by v podmínkách podobných dnešním vznikl alespoň tisíc let (Němeček et al. 1990).

Terrae calcis se vyznačují chemickou jednostranností a ostrou laločnatou hranicí mezi půdním materiálem a matečnou horninou, která svědčí o korozi (Němeček et al. 1990, Smolíková 1982b). Mají mělký humózní horizont A a nápadný, vždy živě zbarvený horizont B. Obsahují četné konkrece tvořené především goethitem a hematitem a jsou zpravidla bezskeletovité (Smolíková 1982b), často u nich pozorujeme vertické znaky (Němeček et al. 1990).

Terra fusca se vyznačuje hlinitým až jílovitým humusovým horizontem polyedrické struktury a hloubky 5 cm. Horizont B je jílovitý, plastický za vlhka a kompaktní za sucha, polyedrické skladby a mocnosti 20 až 50 cm. Barva může být žlutookrová, sytě hnědá až rudohnědá, vždy ale výrazná. Zasahuje do horizontu C, kde vyplňuje trhliny (Smolíková 1982b).

Humusový horizont terra rossy je ještě méně vyvinutý a barevně se neodlišuje od horizontu B, který má tmavě cihlovou až hnědočervenou barvu (Smolíková 1982b). Nicméně podle Yassoglou et al. (1997) může v podmínkách zvýšených srážkových úhrnů a promyvnosti dojít k rozpuštění hematitu a vyplavení oxidů Fe a namísto nich formování železo-manganičitých konkrecí, v důsledku čehož dochází k odbarvení půdy, která získává žlutavou barvu způsobenou goethitem, který je v těchto podmínkách stabilnější než hematit. Sytost červené barvy negativně korelovala se srážkovými úhrny (Yassoglou et al. 1997).

Smolíková (1982b) rozlišuje 2 hlavní variety: terra rossa siallitickou a allitickou. Siallitická je jílovitá a za vlhka vysoce plastická, nepórovitá a tudíž těžko prostupná pro vodu i vzduch, za sucha je prostoupena četnými puklinami a trhlínami. Často můžeme rozlišit 5 až 7 cm velká ostrohranná prizmata. Někdy se vyskytují černé manganové konkrece. Allitická terra rossa je drobtovitě skladby a neplastická. Vyznačuje se vysokým obsahem Fe a Al oproti Si, v čemž se podobá bauxitu, do něhož nezřídka přechází.

Po chemické stránce jsou terrae calcis zcela odvápněné, reakce je neutrální (6,5-7,2) až slabě kyselé (5,5 až 6,5) (Smolíková 1982b). Nicméně sorpční komplex je zcela nasycen (Němeček et al. 1990). Více byly prozkoumány terra rossy, pro něž je typické hromadění Fe_2O_3 a Al_2O_3 , částečná ztráta SiO_2 a menší ztráty bazí, zejména K a Na. Terra fusca má vyšší podíl SiO_2 . Mezi jílovými minerály obvykle dominuje kaolinit

(Yassoglou et al. 1997). Obsah humusu v humusovém horizontu dosahuje 3 – 5 % (Němeček et al. 1990, Yassoglou et al. 1997), na obdělávaných půdách podle Yassoglou et al. (1997) může klesnout i pod 1 %. Poměr C/N je poměrně příznivý - okolo 10 (Yassoglou et al. 1997).

Klasifikační systém ČR (Němeček et al. 2011) rozlišuje hnědozem a luvizem chromickou (terra fusca) a kambizem chromickou (terra rossa). Jelikož se jedná o staré půdy, zachovaly se pouze na místech, kde se zachoval starý reliéf. Obecně rozlišujeme polohy zasahované odnosem a polohy stabilní. V teplých obdobích nastávalo vždy mohutné zvětšení rozsahu klidných poloh, ve studených obdobích byly klidné polohy omezeny na nejnižší míru (Němeček et al. 1990). V krasových oblastech stabilním polohám odpovídají povrchy krasových planin. Často navíc mladší terra fusca kryje jejich povrchy v rozsáhlých areálech, zatímco terra rossa se vyskytuje jen v hlubších kapsách a na povrchu chybí, jak je tomu například v Muráňském krasu (Němeček et al. 1990). Terrae calcis mohou rovněž představovat substrát pro vznik recentních půd, ve Slovenském krasu se na nich takto vyvíjejí luvizemě (Zachar 1973). V tom případě je pak musíme považovat za polygenetické půdy vznikající působením více půdotvorných pochodů, k jejichž střídání dochází změnou podmínek (klimatu, vegetace) (Němeček et al. 1990).

Na spraších půdách terrae calcis odpovídají obecně hnědé až červenohnědé, silně zvětralé a odvápněné půdy s nízkým obsahem humusu, případně braunlehmovité parahnědozemě, které se mohou některými zmíněnými vlastnostmi půdách terrae calcis podobat (Němeček et al. 1990). Lze je najít i na původně vápencovém podloží, pokud byl tento podklad převážně eolickým materiálem, k čemuž došlo například v Českém středohoří (Smolíková 1982b). Tyto půdy se vyvíjejí v podobných klimatických podmínkách jako terrae calcis a pod lesními porosty. V oblasti starého osídlení u nich v důsledku odlesnění a následného vysušení během epiatlantiku a subboreálu započala tvorba humózního horizontu, který postupně zasáhl povrchová pásma i horizont B, čímž se vyvinuly polygenetické půdy označované jako pseudočernozemě (Němeček et al. 1990).

4. CHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮD VE VZTAHU KE ZPŮSOBU OBHOSPODAŘOVÁNÍ

Půda a její vlastnosti ovlivňují vývoj vegetace a dochází tak k utváření odlišných rostlinných společenstev na půdách odlišných vlastností. Zpětnou vazbou společenstvo ovlivňuje vývoj půdy (Moravec 1969). Různé způsoby využívání půdy vedou ke vzniku různých typů vegetace, které podporují jiné půdní procesy, a v důsledku tedy k vývoji půd odlišných vlastností. Rovněž hospodaření na orné půdě způsobuje změnu jejich vlastností skrze odběr organického materiálu při sklizni a různých způsobů zúrodnování: orba, přídavky hnojiv, používání herbicidů a pesticidů, apod.

V následující kapitole budou nejprve představena specifika vývoje půdního profilu, protože tyto pedogenetické procesy a výsledná diferenciací profilu mají vliv na vertikální distribuci jednotlivých prvků (Birkenland 1984, Kalinina 2013). Poté budou rozebrány vybrané chemické vlastnosti půdy a jejich ovlivnění různými typy využívání krajiny a obdělávání půdy, ale i jejich vývoj v případě změny využívání a obdělávání půdy. Pozornost se zaměřuje na přírodní podmínky podobné těm panujícím ve studovaném území rumunského Banátu: tedy na teplejší mírný klimatický pás, oblast nížin až vrchovin. Z tohoto důvodu také není mnoho pozornosti věnováno vysokorohským polohám s boreálním klimatem a jehličnatým lesem.

4.1. Vývoj půdních profilů

Vegetace je hlavním zdrojem organického materiálu v půdě, vyrovnává teplotní a vlhkostní výkyvy ovlivňováním mikroklimatu, přispívá k provzdušnění, upravuje teplotu a vlhkost půdy a v neposlední řadě chrání půdu před erozí (Smolíková 1982a). Proto se pod různými typy vegetačního pokryvu vyskytují odlišné půdní typy.

Obecně převažuje názor, že lesní porosty podporují vyluhování a transport látek i jílu do spodní části profilu, což vede k diferenciaci horizontů (Birkenland 1984, Mařan 1947). Humusové horizonty (A) lesních půd jsou obvykle tenčí než horizonty A půd pod travními porosty a nacházíme pod nimi eluviální (E) horizont. Při změně vegetačního krytu dochází k postupné transformaci půdního profilu: v případě změny travního porostu na lesní se začíná tvořit horizont E ve spodní části horizontu A, v případě opačného vývoje je změna pomalejší: horizont E se zachovává poměrně

dlouho a mocnost A narůstá jen zvolna. Úplná proměna může trvat až tisíc let (Birkenland 1984).

V případě orné půdy jsou změny v půdním profilu rychlejší, zřejmě díky specifické vlastnosti orničního horizontu, který nevzniká pedogenezí, ale homogenizací svrchních horizontů. Kalinina et al. (2013) sledovali přirozenou obnovu luvizemě v ruské tajze po upuštění od obdělávání. Po 4 letech pozorovali přítomnost silně prokořeněného Ah horizontu, po 17 letech 2 cm mocný nadložní humusový horizont typu moderu, po 68 letech vykazovala spodní část orničního horizontu známky iluvace (Kalinina et al. 2013). Některé studie (Kalinina et al. 2009) dokumentují patrnost orničního horizontu i po relativně dlouhé době (170 let), ale na druhou stranu v případě přirozené obnovy černozemí dokumentovali Kalinina et al. (2011) jeho úplné zmizení do 40 let a po 60 letech se půda již silně podobala neovlivněné černozemi.

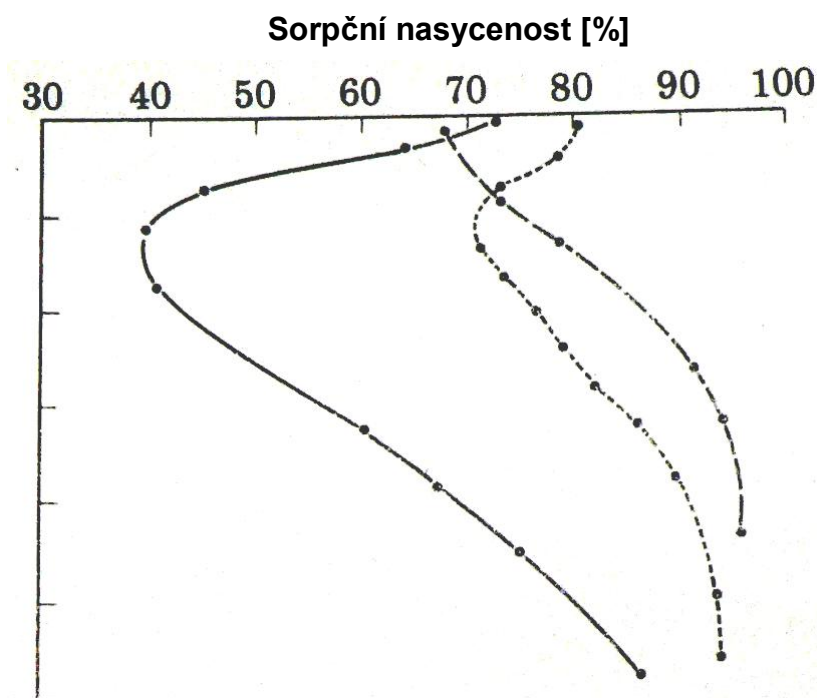
4.2. Půdní reakce (pH) a sorpční nasycenost

Reakce nekarbonátových půd je určována především poměrem výměnných iontů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ : Al^{3+} , H^+ v sorpčním komplexu. Ve většině nekarbonátových minerálních půd mírného pásma závisí pH na poměru Ca^{2+} : Al^{3+} , protože s Mg^{2+} se setkáváme pouze v půdách na dolomitech a hadcích a obsah K^+ a Na^+ je s výjimkou aridních halomorfních půd nízký. H^+ způsobuje kyselost organogenních nekarbonátových půd. V karbonátových půdách spoluurčuje pH CaCO_3 (Moravec 1994). S půdní reakcí úzce souvisí sorpční nasycenost: sorpční komplex označujeme jako nasycený, pokud je koncentrace výměnných bazických kationtů rovna výměnné kapacitě. Nenasycený sorpční komplex nastává, pokud jsou adsorbovány především Al^{3+} a H^+ (Duchaufour 1997).

Hospodaření půdní pH a sorpční nasycenost ovlivňuje jednak typem využití půdy skrze odlišný vegetační pokryv, ale i technikami obdělávání v případě orné půdy. Vegetace působí vlivem na mikroklima, erozi apod., jak již bylo uvedeno v kap. 4.1. V důsledku zde zmíněného vyluhování mají lesní půdy nižší pH a nasycenost než například travní porosty (obrázek 9). Nicméně k tomuto jevu může přispívat i vyšší příjem bazických kationtů pro výživu hojnější vegetací v lesních ekosystémech a jejich delší fixace v biomase v porovnání s travními společenstvy (Birkenland 1984).

Neméně důležitý vliv vegetace na půdní pH a sorpční nasycenost je skrze její opad a jeho vlastnosti, který se integruje do půdy ve formě humusu. pH opadu

bylinných společenstev se pohybuje mezi 5,5 – 7, listnatého lesa 5 – 6,8, jehličnatého 3 – 5 (Mařan 1947). S tím koresponduje pozorování Mařana (1947) na karbonátových půdách Českého krasu, kdy přibývalo acidity od lesostepi k dubohabřinám. Nicméně liší se kvalita opadu i mezi jednotlivými druhy. Mezi listnatými stromy vzniká půda s nejvyšším pH a sorpční nasyceností pod lípou, dále má příznivé vlastnosti líska, javor a jasan díky tomu, že se snadno rozkládá a bazické kationty se navracejí do půdy (Hagen-Thorn et al. 2004, Smolíková 1982a). Naopak nejméně příznivý je opad buku a dubu, zvláště těch rostoucích na minerálně chudých půdách, protože tyto druhy tvoří opad v závislosti na půdních poměrech, v nichž se vyskytují (Neiryneck et al. 2000). Pomaleji se rozkládá bukový opad, což ho přibližuje vlastnostem opadu jehličnanů (Raulund-Rasmussen a Vejre 1995, Hagen-Thorn et al. 2004).



plná linie – lesní půda; přerušovaná linie – trvalé travní porosty; tečkovaná linie – tranzitní půda na přechodu mezi oběma typy
svislá osa znázorňuje hloubku půdy, značky jsou po 25 cm

Obrázek 9. Sorpční nasycenost pod lesními a travními porosty

Zdroj: Birkenland 1984

Půdní reakce a zvláště pH (H_2O) podléhá sezónním změnám, v průběhu roku může kolísat až o jednu jednotku (Duchaufour 1997). Přesný pohyb pH závisí na mnoha

faktorech, ale především na zdroji dusíku v ekosystému. Pokud rostliny přijímají amoniak, uvolněné vodíkové ionty snižují pH, pokud je hlavním zdrojem dusičnan, uvolňují se hydroxylové anionty, které pH zvyšují (Walker a del Moral 2003). Zmíněné procesy jsou obvykle nejintenzivnější na jaře, kdy proto dochází k nejvyšší odchylce pH od průměru (Duchafour 1997). Na obdělávaných polích je pH naopak nejnižší v létě (Morel 1996).

Využívání půdy jako orné půdy vede k poklesu pH, jestliže není doprovázeno vhodnými fertilizačními opatřeními (Tye et al. 2009). Přidávání anorganických hnojiv na bázi amoniaku acidifikaci zvyšuje, pokud není kombinován s dalšími hnojivy s vyšším obsahem draslíku a vápníku. Dusičnanová aditiva mají pozitivní efekt na půdní reakci (Tye et al. 2009), což částečně koresponduje s vlivem příjmu dusíku v ekosystémech, který byl popsán výše. Z přírodních hnojiv má hnůj pozitivní účinky na pH, velké množství močůvky naopak půdu okyseluje (Morel 1996), což souvisí s nadměrným obsahem amoniaku. Vhodné hospodaření nicméně pH a sorpční nasycenost obvykle zvyšuje. Paz-González et al. (2000) zjistili pH 5,4 na orné půdě ku 4,3 u přírodní.

Při změně land-use je pH jednou z prvních půdních vlastností, která podléhá změně (Birkenland 1984) a je doprovázena změnou sorpční nasycenosti. Jejich výrazný pokles pozorovali Kalinina et al. (2013) při přirozeném vývoji opuštěné orné půdy ke smíšenému lesu. První změny byly zaznamenány již po 4 letech: pokles pH, ztráta vyměnitelných kationtů, pokles saturace. Po 17 letech původní pH orné půdy 6,4 a sorpční nasycenost 100 % klesá na pH 4,6 a nasycenost na 10 %. Tento jev je přičítán ustání fertilizace a změně opadu a dekompozitorů. Také může být způsoben zvýšeným příjmem kationtů nyní hojnější vegetací a zvýšeným vyluhováním bází (Kalinina et al. 2013), k němuž pod lesem dochází (viz kap. 4.1). Původní lesní půda v dané oblasti se vyznačuje pH 4,8 a sorpční nasyceností 23 %. Obrat vývoje tímto směrem je zaznamenán po cca 60 letech (pH 4,5, nasycenost 18 %) (Kalinina 2013).

4.3. Organický materiál

Skladebními prvky organické hmoty jsou uhlík (C) a dusík (N). Jejím hlavním zdrojem v půdě jsou odumřelé části vyšších rostlin, které za svého života do svých těl tyto dva prvky akumulují. Z rostlinných zbytků jsou C a N uvolňovány mineralizací, kdy se mění na jednoduché anorganické sloučeniny (vodu, oxid uhličitý, oxid dusičitý,

oxid siřičitý), či dekompozici a následnou humifikací, při nichž zůstávají v organické formě a stávají se součástí nejstabilnější formy zásob organického materiálu v půdě – humusu (Smolík 1957), který je zároveň považován za nejeфекtivnější složku pro zachování půdní struktury a kontrolu eroze (Papini et al. 2011). Rozklad organické hmoty a případnou následnou syntézu zajišťují půdní mikroorganismy a půdní fauna, mezi nimiž mají hlavní úlohu bakterie a houby (Smolíková 1982a, Duchaufour 1997).

Bakterie tvoří kolonie a řetězce v kořenové zóně – rhizosféře – jsou náročné na vlhkost a dávají přednost slabě kyselému až alkalickému prostředí, bohatému na dusík, na rozdíl od hub, které preferují slabě kyselou až kyselou reakci a sušší stanoviště (Duchaufour 1997, Smolíková 1982a).

Mineralizaci zajišťují některé mikroorganismy (bakterie a houby) tzv. biotickou oxidací neboli dýcháním (Smolíková 1982a). Zároveň uvolňují z bílkovin dusík ve formě amoniaku, a dále minerální látky: draslík, vápník a hořčík, fosfor a síru jako fosfáty, sulfáty nebo sulfidy. Tyto organismy vykazují zvýšenou činnost při vyšších teplotách a provzdušnění (Smolík 1957). Živiny uvolněné rozkladem stimulují další dekompozici tím, že pozitivně zpětně ovlivňují půdní mikroorganismy (Walker a del Moral 2003).

K mineralizaci také často dochází bez přispění mikroorganismů vlivem vysoké teploty. Povrch se může rozpálit až na 60°C a uhlíkaté látky se pak skutečně chemicky spalují a zanechávají v půdě živiny jako Ca, Mg, K a Na ve formě uhličitánů, uhlík a vodík se spalují na CO₂ a H₂O (Smolík 1957). Rychleji se ohřívají půdy tmavší barvy a s menším obsahem vody, půdy písčité a vápnité, a především povrch bez vegetace (Duchaufour 1997), protože rostliny fungují jako dokonalá izolace povrchu a jejich evapotranspirace a fotosyntéza část dopadajícího záření odčerpávají (Sádlo a Tichý 2002). Rozklad se zrychluje přítomností Ca, Fe nebo P (Smolík 1957), proto se organický materiál lépe rozkládá na vápencích (Sádlo a Tichý 2002).

Z výše popsaného vyplývá, že zásoby organického materiálu v půdě (OM) a potažmo půdního organického uhlíku a dusíku jsou ovlivněny několika faktory, které navíc spolu navzájem souvisí: klima, matečný substrát, půdní organismy, vegetace a v neposlední řadě vliv člověka.

4.3.1. Množství humusu, obsah organického materiálu a organického uhlíku

Obsah organického materiálu (OM) v půdě se odvíjí od jeho přísunu do půdy, intenzitě mineralizace nebo naopak jeho stabilizování a uložení v půdě. Podmínky pro mineralizaci nebo stabilizaci OM vytváří půdní prostředí. Vlhko zpomaluje mineralizaci, takže vlhká místa mívají vyšší obsah OM než suchá (Jenny 1941, Schulp a Veldkamp 2008). Protože je OM asociován především s jemnými frakcemi, menšími než 20 mikrometrů, a to asi ze 71 % (Caravaca et al. 1999), jeho obsah obvykle roste s podílem těchto částic (Schulp a Veldkamp 2008). Jílové minerály stabilizují OM vně nebo uvnitř svých struktur. Podobně může být chráněn před dekompozicí v půdních agregátech (McLauchlan 2006), zvláště uzavřením v polysacharidech vzniklých vývojem drobtovité struktury při růstu kořenů vyšších rostlin (Walker a del Moral 2003). Stejně tak vápník může vytvářet ochranný obal organických částic při pH vyšší než 8 (Morel 1996). Chemicky OM dále stabilizují i jiné složky, např. oxidy hliníku a železa (McLauchlan 2006).

Přísun organického materiálu do půdy závisí na typu a hojnosti vegetace, která je často dána způsobem využití krajiny. Nejvíce organického materiálu produkují v našich podmínkách mokřady, dále pak les listnatý a travní porosty, méně les jehličnatý (Moravec 1994). Nicméně v půdách pod trvalými travními porosty bývá obvykle obsah OM a C vyšší než v lesních půdách, protože zde pochází z dekompozice opadu i kořenů rostlin, zatímco v lesích pouze z opadu a zároveň je jeho značná část fixována ve vegetaci (Birkenland 1984, Morel 1996, De Kovel et al. 2000). Zároveň existuje rozdíl v distribuci: humusové A horizonty lesních půd bývají výrazně méně mocné než horizonty A travních porostů a OM je v nich tedy akumulovaný ve slabší vrstvě (Birkenland 1984).

Zásoby OM na orné půdě bývají obvykle nižší než v lesních půdách a půdách pod trvalými travními porosty (Paz-González et al. 2000, Schulp a Veldkamp 2008, Zhang et al. 2007, Zhu et al. 2012), protože každoroční odnos jednoleté rostlinné biomasy při sklizni snižuje jeho přísun do půdy. Pěstovaná vegetace se navíc často liší od té původní (McLauchlan 2006). Dále provzdušnění svrchní vrstvy půdy orbou zrychluje mineralizaci OM zvýšením půdní respirace (McLauchlan 2006, Morel 1996). Orba dále ničí agregáty a půdní strukturu, čímž vystavuje v nich chráněný C dekompozici (McLauchlan 2006, Zhu et al. 2012). Absence vegetačního krytu a narušování povrchu při orbě vystavují půdu vodní a větrné erozi, v důsledku čehož půdy obdělávané po 100

let mohou mít až o 56 % méně ornice než půda pod travními porosty (McLauchlan 2006). V orných půdách je navíc většina OM spojena s jílovou a prachovou frakcí, která snadněji podléhá odnosu, zatímco v půdách lesních a zatravněných je vyšší podíl OM v písčité frakci (Caravaca et al. 1999). Zmíněné procesy se objevují bez ohledu na klima, půdní typ nebo původní vegetaci (McLauchlan 2006).

Převedení lesa nebo trvalého travního porostu na ornou půdu tedy mívá za následek snížení obsahu půdního OM a C (Caravaca et al. 1999, Schulp a Veldkamp 2008, McLauchlan 2006, Papini et al. 2011, Paz-González et al. 2000). Obsah a kvalita OM je po pH asi nejdynamičtější chemickou vlastností půdy (Birkenland 1984). Po začátku obdělávání následuje rychlá ztráta OM a C, která pokračuje po několik desetiletí až staletí, než se ustaví nová rovnováha v závislosti na způsobu obdělávání (McLauchlan 2006, Schulp a Veldkamp 2008). Obsah C však již bývá snížen v průměru na 70 % jeho původní zásoby (McLauchlan 2006). Ztráty OM vedou ke snížené půdní biodiverzitě, pufruční schopnosti, sorpční kapacitě (viz kap. 4.4), infiltraci vinou degradace půdní struktury a zvýšení náchylnosti k erozi (Papini et al. 2011, Zhu et al. 2012), která následně vede k dalšímu snižování sorpční kapacity, obsahu samotného organického uhlíku aj. (Marzaioli et al. 2010).

Po opuštění orné půdy a její přeměny na les nebo trvalý travní porost se OM a C začínají znovu akumulovat. Rychlost akumulace je však velmi variabilní a liší se v závislosti na výchozích podmínkách a faktorech působících v průběhu procesu (Kalinina et al. 2011, McLauchlan 2006). V krasových půdách v jihozápadní Číně Zhu et al. (2012) zjistili až čtyřnásobné zvýšení jeho obsahu během 50 let po přeměny orné půdy na přirozenější vegetaci. V případě spontánní obnovy lesostepní černozemě sledovali Kalinina et al. (2011) nárůst zásob organického C na 90 % neovlivněné černozemě za 60 let po opuštění orné půdy. Na jílovitých půdách Texasu pozorovali Potter et al. (1999) úplné obnovení zásob uhlíku za široké časové rozpětí 6 – 60 let. Na rozdíl od primární sukcese zde tedy nejde stanovit jednoznačný vzorec vývoje (McLauchlan 2006).

Existují způsoby hospodaření na orné půdě, které množství OM a C v půdě zvyšují, místo aby ho snižovaly (McLauchlan 2006, Schulp a Veldkamp 2008). Tohoto je dosaženo návratem organických zbytků po sklizni na poli nebo dalším přihnojováním (McLauchlan 2006), které však na druhou stranu zvyšuje rychlost mineralizace (Brye et al. 2003). V orné půdě je obsah OM a C často lineární funkcí přísunu tohoto

organického materiálu, ale závislost na typu organického aditiva, metodě aplikace a její frekvenci není zatím zcela prozkoumána (McLauchlan 2006).

4.3.2. Kvalita humusu, obsah půdního dusíku

Jak již bylo uvedeno výše, hlavním zdrojem dusíku v ekosystému jsou zbytky těl vyšších rostlin, ze kterých je N uvolňován dekompozicí a v organické formě se stává součástí humusu, nebo je mineralizován a v anorganické formě může sloužit pro výživu rostlin. Oběh dusíku v ekosystému představuje v podstatě uzavřený cyklus.

Produktem činnosti půdních mikroorganismů zajišťujících mineralizaci je amoniak. Pouze některá společenstva (většinou ta rostoucí na kyselých půdách) ho však mohou přijímat v této formě, pro jiná společenstva je nutná jeho přeměna nitrifikací (Smolík 1957, Moravec 1994).

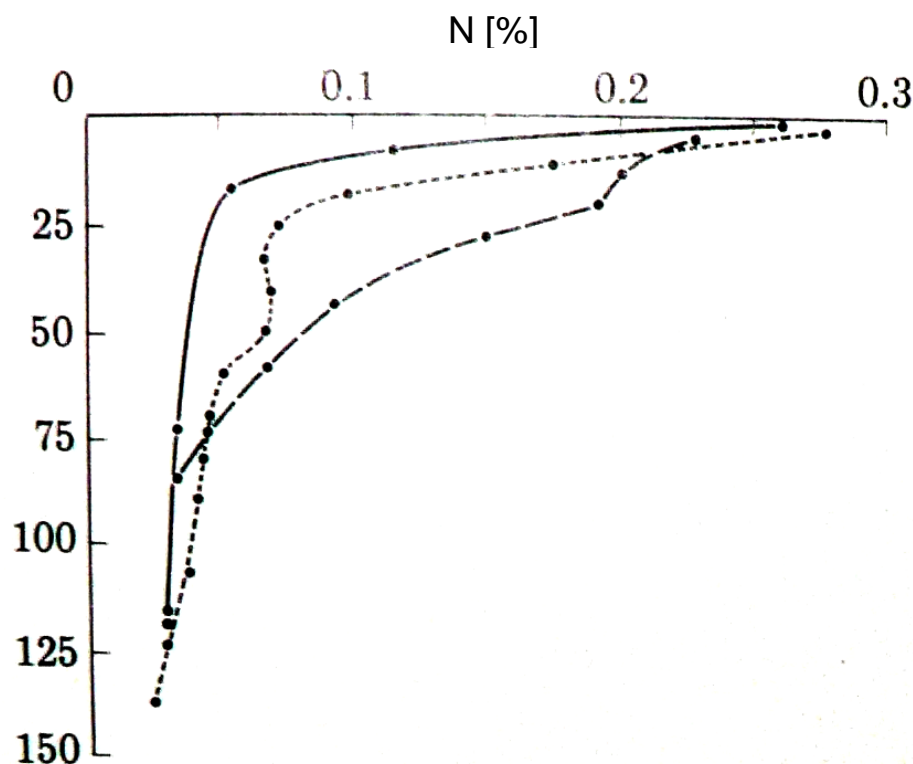
Množství dostupného dusíku často vyjadřujeme poměrem C/N, který zároveň slouží jako ukazatel kvality humusu, protože indikuje stupeň humifikace OM: před rozkladem je rostlinná hmota tvořena především uhlíkem. V první fázi dekompozice se mineralizuje právě jen uhlík, proto poměr C/N prudce klesá. Ve druhé fázi dochází k humifikaci, stále se mineralizuje uhlík, ale rychlejší je nyní mineralizace dusíku. Ve třetí fázi se rychlost mineralizace uhlíku i dusíku vyrovnává a zpomaluje, takže poměr C/N se stabilizuje (Duchaufour 1997).

Zásoby dusíku v půdě závisí podobně jako u uhlíku na jeho přísunu do půdy, intenzitě mineralizace, nebo stabilizace a uchování v půdě, k čemuž se však ještě přidávají přeměny nitrifikací a jeho vyluhování v některých formách. I zde má dominantní vliv půdní prostředí a způsob využití půdy.

Podobně jako obsah organického C i obsah N stoupá s podílem jemných částic (Caravaca et al. 1999). Lesní půdy se vyznačují asi 2x menším obsahem N než travní porosty, a tudíž i C/N je zde 2x vyšší (Birkenland 1984). Jedním z důvodů je jeho akumulace v nejsvrchnějších částech půdního profilu, pravděpodobně v málo rozloženém OM, a rychlý pokles jeho obsahu s hloubkou (obrázek 10).

Záleží však také na druhovém složení lesa, protože opad různých druhů se rozkládá jinak obtížně, jak již bylo zmíněno v kap. 4.2, a tudíž i dusík se uvolňuje odlišnou rychlostí. Navíc některé druhy mají vyšší obsah dusíku než jiné. Neiryneck et al. (2000) uvádí javor jako příklad druhu s vyšším obsahem N v opadu. V závislosti na

způsobu využití půdy se liší i dominantní forma N v půdě: pod přírodními společenstvy dominuje amoniak, na orné půdě dusičnany (Brye et al. 2003).



*plná linie – lesní půda; přerušovaná linie – trvalé travní porosty;
tečkovaná linie – půda na přechodu mezi oběma typy
na svislé ose je znázorněna hloubka půdy v cm*

Obrázek 10. Obsah půdního dusíku pod lesními a travními porosty

Zdroj: Birkenland 1984

Na orné půdě podléhá dusík podobným procesům jako uhlík. Dochází k jeho úbytku odebráním rostlinné biomasy, která je jeho přirozeným zdrojem, zrychlením mineralizace provzdušněním při orbě a odnosem erozí. K výrazným ztrátám dochází také vyluhováním dusičnanů a rozpuštěného organického N, k menším ztrátám pak únikem plynů obsahujících N při nitrifikaci a denitrifikaci (McLauchlan 2006, Brye et al. 2003). Nicméně celkové ztráty dusíku z půdy jsou v průměru nižší než ztráty uhlíku – v průměru dochází k poklesu jen asi o 15 % oproti 30% ztrátě uhlíku, z čehož vyplývá snížení poměru C/N na orné půdě oproti jinému typu využití krajiny (McLauchlan 2006).

Po změně využívání půdy se množství N v půdě zvyšuje pravděpodobně podobně jako C, ale tento proces není zdaleka tak zkoumaný. Mechanismy akumulace jsou jiné

než v případě uhlíku, protože uhlík a dusík jsou fixovány jinými organismy, ale oba procesy jsou provázané, protože rychlost akumulace N ovlivňuje akumulaci C skrze limitování primární produktivity. Rychlost akumulace obou prvků je ve většině případů podobná (Kalinina 2011, McLauchlan 2006, Zhu et al. 2012). Vyšší rychlost akumulace N oproti C byla zaznamenána Kalininou et al. (2009) u podzolů, nižší De Kovelem et al. (2000) při formování borovicového lesa na písčité půdě. Zvyšování zásob dusíku se může lišit i v závislosti na složení vegetace nastoupivší po opuštění orné půdy, protože rostliny z čeledi bobovitých napomáhají jeho hromadění (Walker a del Moral 2003, McLauchlan 2006).

Stejně jako je možné zvýšit zásoby organického C v půdě oproti původní hladině jeho přidáváním při obdělávání půdy, lze zvýšit i obsah dusíku podobnými opatřeními (McLauchlan 2006, Paz-González et al. 2000). Při přísadě ve formě organického hnojiva se v půdě uchovává přímo, v asociaci s uhlíkem, což je pro jeho obsah v půdě efektivnější než aplikace anorganického hnojiva, protože ten musí být nejprve příjmem rostlinami převeden na organický a až následnými rostlinnými zbytky se dostává do půdy ve formě, ve které se zde může uchovat (McLauchlan 2006). V anorganické formě se snadno vyluhuje, jak již bylo zmíněno výše. Anorganická hnojiva dále zrychlují nitrifikaci a mohou mít dopad na cyklus dusíku v systému trvající až stovky let, ale závisí na době, po kterou je hnojení aplikováno (McLauchlan 2006). Organické přísady naopak stimulují mineralizaci, takže ta je pak podobná jako v lesích, kde je vyšší než v bylinných společenstvech (Brye et al. 2003, McLauchlan 2006).

4.4. Rostlinám přístupné živiny

Výživu rostlin zajišťují kromě anorganického dusíku, jemuž byla věnována kap. 4.3.2, fosfor (P), který představuje zásobárnu energie rostlin (Morel 1996) a dále kationty vápníku (Ca), hořčíku (Mg) a draslíku (K), které se v půdě uchovávají vázané v sorpčním komplexu jako tzv. výměnné kationty, kde jsou chráněny před vyplavením (Moravec 1994).

4.4.1. Fosfor

Fosfor (P) se podobně jako dusík a uhlík vyskytuje v půdě v organické i anorganické formě. V organické formě je vázán hlavně v aminokyselinách a při rozkladu organického materiálu se uvolňuje do půdy. Rostliny ho naopak přijímají v anorganické formě jako anionty HPO_4^{2-} a $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ rozpuštěné v kapalně frakci (Morel 1996). Zdrojem P je kromě mineralizace organického P zvětrávání minerálů – fosfátů, díky čemuž se obsah celkového fosforu v půdě liší v závislosti na geologickém podloží: půdy na sedimentárních horninách obsahují 0,03 – 0,1 % P, půdy na krystalických horninách a vyvěřelinách 0,1 – 0,4 % (Morel 1996).

V půdě se P uchovává vázaný na jílových částicích nebo na vícemocných kationtech vápníku, hliníku a železa, které mohou být součástí jílových minerálů, oxidů, nebo jiných sloučenin (Morel 1996), například oxidy železa váží fosfor lépe než jíl (Torrent 1997). Z důvodu jeho asociace s jílovými minerály je velikost jeho zásob v půdě úzce spojena s podílem jílové frakce (Caravaca et al. 1999).

Podíl organické formy k celkovému množství fosforu v půdě představuje pod lesními a travními porosty 70-80 %, zatímco v půdě v minulosti obdělávané pouze 25 – 30 % (Morel 1996). Zřejmě po začátku hospodaření dochází k postupné mineralizaci zásob organického P v půdě a jeho příjmu rostlinami, a zároveň tyto zásoby nejsou dostatečně doplňovány kvůli odnosu organického materiálu při sklizni. McLauchlan (2006) totiž uvádí, že mineralizace organického P je jako zdroj fosforu pro pěstované plodiny významná v prvních desetiletích až jedno století kultivace. Poté nabývá na důležitosti zvětrávání minerálů a zásadní jsou přísady anorganických hnojiv.

Ke snižování množství půdního fosforu na orné půdě dochází již zmíněným odstraňováním organického materiálu sklizní a dále erozí, které díky své silné asociaci s půdními částicemi podléhá více než například dusík. Na nedostatečně hnojené orné půdě bývá tedy jeho obsah snížen oproti travním porostům a lesu (McLauchlan 2006). Nicméně hnojení půdy v případě fosforu je efektivnější než u jiných živin, protože většina půd má značný potenciál pro jeho sorpci (McLauchlan 2006). Množství fosforu v orné půdě je proto obvykle oproti neobdělávané až několikanásobně zvýšeno (Caravaca et al. 1999, Paz-González et al. 2000, Zhang et al. 2007). Po opuštění orné půdy pak zaznamenáváme jeho pokles (Kalinina et al. 2011, Kalinina et al. 2013). Uměle zvýšený obsah však zůstává patrný po staletí až tisíceletí po zanechání hnojení, pokud zároveň došlo k ustání obdělávání a odstraňování biomasy v podobě sklizně.

4.4.2. Výměnné kationty

Výměnné kationty neboli kationty v tzv. výměnné formě vázící se v sorpčním komplexu jsou kromě Ca^{2+} , Mg^{2+} a K^+ , které mají značný význam pro výživu rostlin, dále Na^+ , H^+ , NH_4^+ a Al^{3+} (Jenny 1941). Sorpční komplex tvoří jílové minerály (částice fyzikálního jílu – průměr pod 0,002 mm) a jejich komplexy s humusovými látkami i samotné humusové látky. Maximální množství absorbovatelných kationtů označujeme jako sorpční neboli výměnná kapacita půdy (CEC) a udává se nejčastěji v mmol(+)/kg (Duchaufour 1997, Morel 1996). Humusové složky mají vyšší CEC než jíl ((řádově 150 – 250 mmol(+)/kg). Z jílu má nejvyšší CEC po řadě montmorillonit (řádově 120 mmol(+)/kg), illit (kolem 20 mmol(+)/kg) a nejnižší kaolinit (3 – 15 mmol(+)/kg) (Walker a del Moral 2003, Morel 1996). Laboratorní pokusy Tye et al. (2009) však ukázaly růst sorpční kapacity jílových částic po odstranění organického materiálu. CEC dále stoupá se stoupajícím pH (Duchaufour 1997).

Nicméně většina studií poukazuje na snížení sorpční kapacity vlivem úbytku organického materiálu po začátku obdělávání, např. Caravaca et al. (1999) nebo Paz-González et al. (2000), kteří zároveň pokles CEC udávají za nejvýznamnější změnu půdních vlastností po převedení půdy na ornou. Její nárůst po opuštění půdy potom sledovali Kalinina et al. (2011) ve stepní černozemi, kde tento nárůst tak silně koreloval s růstem organického uhlíku, že jej autoři považují za jedinou příčinu tohoto trendu. S rostoucí sorpční kapacitou obvykle roste i množství vyměnitelných kationtů (Kalinina et al. 2011).

80 – 90 % bazických kationtů v sorpčním komplexu tvoří obvykle vápník (Morel 1996). Jeho zdrojem jsou karbonátové minerály v podloží i opad vegetace, mezi nímž vyniká lípa jako druh s opadem velmi bohatým na Ca a zároveň se vyznačuje i relativně vyšším obsahem Mg a K (Morel 1996, Hagen-Thorn et al. 2004).

Vývoj v případě kultivace se velmi odlišuje v závislosti na konkrétních podmínkách: klima, typ půdy, způsob hospodaření, množství vápnitých aditiv apod. Nárůst množství vápníku v půdě po ukončení hospodaření a tedy jeho pravděpodobnou ztrátu v průběhu obdělávání půdy sledovali Kalinina et al. (2011) v černozemi. K tomuto jevu může podle Tye et al. (2009) docházet přidáváním acidifikujících hnojiv (viz kap. 4.2), kdy ho v sorpčním komplexu nahradí Al^{3+} nebo H^+ . Naopak pokles obsahu Ca^{2+} po opuštění orné půdy a tudíž jeho zvýšení kultivací, zaznamenali Kalinina et al. (2013) při sekundární sukcesi luvisolů. I zde se však během několika desetiletí

ustavila nová rovnováha a množství Ca^{2+} v půdě začalo mírně narůstat (Kalinina et al. 2013).

Hořčík je nepostradatelný, protože je součástí chlorofylu rostlin. Jeho hlavním zdrojem v půdě jsou křemičité minerály jako pyroxeny a amfibol, magnezit a dolomit. Jeho obsah se v půdě pohybuje mezi 0,2 – 0,8 %, z toho alespoň 2/3 bývají vázané v jílové frakci (Morel 1996). V souvislosti s rozdílným způsobem hospodaření a typem využití krajiny není příliš studován.

Draslík je z probíraných tří bazických kationtů nejslaběji v sorpčním komplexu. Může zde být velmi snadno nahrazen vícemocným kationtem, ale i např. amonným kationtem (Morel 1996). Jeho obsah v půdě se obvykle pohybuje od 0,01 do 0,4 %, z čehož K^+ tvoří pouze 10 %, zdrojem jsou slídy, živce a jílové minerály (hlavně illit) a v menší míře odumřelá biomasa (Morel 1996, Kalinina et al. 2011). Proto Caravaca et al. (1999) navrhuje, že pro obsah K v půdě má větší význam podíl jílu a množství jílových minerálů než typ vegetačního pokryvu, jedná-li se o poměrně přírodní ekosystém. Nicméně jeho zásoby v půdě jsou obvykle vyšší na orné půdě než v ostatních typech využití krajiny díky hnojení a po opuštění zaznamenávají pokles (Tye et al. 2009, Kalinina et al. 2011, Kalinina et al. 2013), často však po ustavení rovnováhy dochází opět k mírnému nárůstu mineralizací odumřelých zbytků nové vegetace, zvláště jedná-li se o travní společenstvo, kde je vázáno větší množství draslíku, jak navrhuje Kalinina et al. (2011), ale i Mařan (1947), který pozoroval v Českém krase vyšší obsah K pod dubohabrovým lesem než pod lesostepí, což vysvětluje právě jeho zvýšeným odběrem travním porostem.

5. METODIKA

5.1. Sběr dat

5.1.1. Vzorky pro analýzu chemismu

Odběr vzorků pro analýzu chemismu byl proveden na základě stratifikovaného náhodného výběru. Podkladem pro stratifikaci byla vrstva krajinného pokryvu a typologie reliéfu odvozená z digitálního modelu reliéfu (DMR) s rozlišením 30 m. Vrstva krajinného pokryvu byla zhotovena Machalou et al. (2014) vyhodnocením multispektrálních leteckých snímků z roku 2009 poloautomatickou objektově orientovanou klasifikací a manuální vektorizací v měřítku 1 : 5000. V této vrstvě je rozlišeno 7 typů využití krajiny: zástavba, antropogenní plochy, vodní plochy, vápencové výchozy, pole, trvalé travní porosty, sady a dřevinná vegetace. Při výzkumu chemických vlastností půd jsou brány v potaz pouze čtyři posledně jmenované typy.

K typologii reliéfu bylo použito obdobného postupu jako pro Typologii krajiny České republiky (Romportl a Chuman 2007) za pomoci softwaru ArcGIS. Na základě výše zmíněného DMR byly pro zájmové území odvozeny rastry nadmořské výšky (původní DMR), sklonitosti, orientace a množství dopadajícího slunečního záření. Samotná typologie byla vymezena pomocí shlukové analýzy.

Použití shlukové analýzy vyžaduje vzájemně nekorelující proměnné (v tomto případě rastry). U dat odvozených z digitálního modelu reliéfu se však dala očekávat silná závislost, proto byla provedena analýza hlavních komponent (PCA) za účelem získání co nejmenšího množství vzájemně nezávislých proměnných syntetizujících původní rastry s co nejmenší ztrátou informace. Rastry zmíněných čtyř veličin byly nejprve standardizovány a poté byla aplikována analýza PCA, při níž byly vytvořeny 4 nové rastry vystihující 46,42 %, 26,83 %, 22,23 % a 0,45 % původní variability dat. K následné shlukové analýze, která byla provedena rovněž v softwaru ArcGIS, bylo tedy nutno použít prvních tří rastrů. Tímto způsobem byly nakonec vytvořeny 4 shluky – 4 typy ploch. Zpětným zjištěním charakteristik nadmořské výšky, sklonu, orientace a množství dopadajícího slunečního záření v jednotlivých shlucích byly tyto 4 typy reliéfu označeny takto: svahy severní nebo málo osluněné, silně osluněné jižní svahy ve vyšší nadmořské výšce (nad 300 m n. m.), silně osluněné jižní svahy v nižší nadmořské výšce a plošiny nebo mírné svahy.

Vrstva typologie reliéfu byla protknuta s vrstvou krajinného pokryvu, čímž vzniklo 16 typů ploch. Nejmenší mapovaná jednotka má rozlohu 9000 m². Pro každý z těchto 16 typů ploch bylo odebráno alespoň 5 vzorků, s výjimkou sadů, kterých bylo ve vrstvě využití krajiny vymapováno malé množství, a proto u nich byly odebrány pouze 3 vzorky od každého typu.

Samotný terénní sběr vzorků probíhal v termínu 3. – 8. 6. 2013 a posledních několik vzorků bylo odebráno v termínu 9. – 13. 10. 2013. V terénu byly body vybrané náhodným výběrem identifikovány pomocí leteckého snímku a GPS. Vzorky byly odebírány ze svrchních 10cm organominerálního/minerálních horizontů půdy. Odebráno bylo asi 250 g půdy. Zároveň byla určena barva organominerálního horizontu A, případně dalšího rozeznatelného horizontu v tomto rozmezí podle Munsellových tabulek, zapsán aktuální vegetační pokryv a případné zvláštní znaky půdy (oglejení, konkrece apod.). Celkem bylo odebráno 77 vzorků, jejich rozložení v území a v typech krajiny podle způsobu využití a reliéfu zobrazuje příloha 11.

Odebrané vzorky půd byly vysušeny a prosety přes 2 mm síto. pH_{H2O} bylo následně stanoveno podle Vally et al. (2002). 20 g získané jemnozemě bylo smícháno s 50 ml destilované vody a po důkladném promíchání byla změřena chemická reakce elektrodoým pHmetrem (*WTW inoLab pH 720*), který byl předtím kalibrován pomocí kalibračních roztoků. Další analýzy: výměnného pH_{CaCl2}, celková sorpční kapacita (T_CEC), výměnné H⁺, sorpční nasycenost (S), stupeň nasycení (V), obsah přístupných živin vápníku, hořčíku a draslíku, fosforu, celkového dusíku a oxidovatelného uhlíku byly provedeny laboratoří VÚMOP. Analyzováno bylo 60 vzorků, tedy 4 vzorky od každé kombinace typu využití (les, louky a pastviny, pole) se všemi typy reliéfu. Pokud bylo od dané kategorie odebráno vzorků více, byly vzorky k laboratorní analýze vybrány následovně: nejprve byly vyřazeny vzorky z jihovýchodní části území, kde je geologickým podložím pravděpodobně kyselá vyvěrlá hornina a nikoli vápenec, protože při laboratorní práci v souvislosti analýzou pH_{H2O} byly v těchto vzorcích nalezeny zrnka křemene. Dále byly vzorky vybírány tak, aby byl výběr co nejvariabilnější z hlediska již provedené analýzy pH_{H2O} a geografického umístění v zájmovém území.

5.1.2. Charakteristika půd zájmového území

Na původně okrajový cíl této práce se více pozornosti zaměřilo až v jejím průběhu, kdy bylo zjištěno, že zájmové území nemá dostatečně zmapován půdní kryt a nepodařilo se dohledat dostatečně podrobné půdní mapy.

Při výběru bodů pro bližší popis půdních profilů bylo pracováno s Půdní mapou Rumunska 1 : 200 000 (Florea et al. 1993), nejpodrobnější dostupnou mapou pro zájmové území, a plochami konfigurace reliéfu vymezené v souvislosti s výběrem bodů pro odběr vzorků. Protnutím těchto dvou vrstev vznikla vrstva půdních typů rozdělených dále podle charakteristik reliéfu. Pro každý půdní typ na určitém typu reliéfu byly popsány nejméně 3 profily, s výjimkou těch, které se v území vyskytovaly na méně než 3 souvislých plochách, tam pak byl popsán jeden profil na každé ploše. Výběr konkrétních bodů tentokrát nebyl prováděn náhodně, protože jako velmi vhodné se nabízelo využití zářezů výše zmíněných nově zbudovaných cest. Část bodů byla tedy rozmístěna po okrajích těchto cest a zbytek byl vybrán tak, aby byla plně pokryta variabilita z hlediska půdních typů rozlišených v Půdní mapě Rumunska, reliéfu, ale i aby popsané profily pokud možno rovnoměrně prostorově pokrývaly zájmové území. Jejich umístění v území podle typu půdy a reliéfu zobrazuje příloha 12.

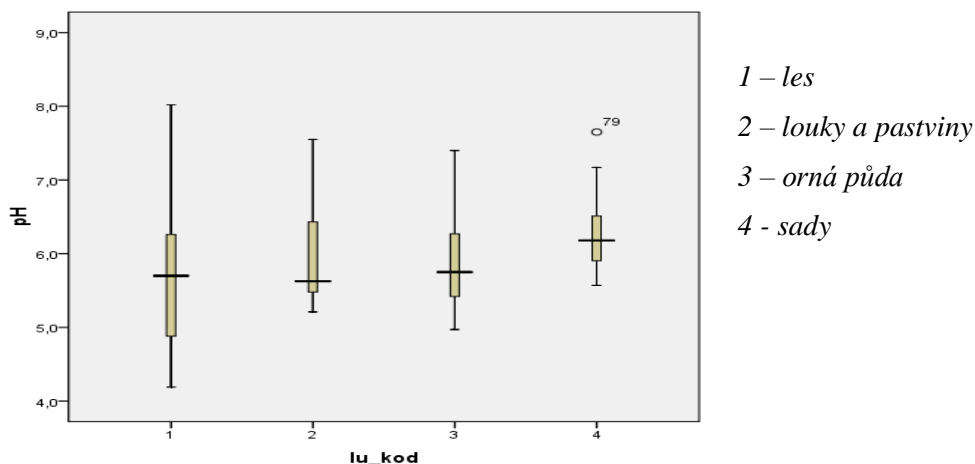
U každého profilu byla zaznamenána poloha v reliéfu, popsána barva všech rozlišených horizontů podle Munsellových tabulek, jejich přechody, mocnosti, odhad zrnitosti a případné nalezené zvláštní znaky (oglejení, konkrece apod.). Pomocí 10% roztoku kyseliny chlorovodíkové byla zjišťována přítomnost karbonátů v celém profilu. U odhalených a kopaných profilů byly pořízeny fotografie a u všech byla jejich poloha zaznamenána pomocí přístroje GPS. Celkem bylo takto popsáno 66 profilů.

5.2. Zpracování dat

5.2.1. Analýza chemismu ve vztahu ke způsobu obhospodařování a reliéfu

Zpracování dat bylo realizováno především v softwaru Microsoft Excel 2007, a v softwaru SPSS 16.0. Nejprve byly otestovány rozdíly mezi kategoriemi krajinného pokryvu pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu, protože data s výjimkou pH nesplňovala předpoklady normálního rozdělení (testování normality Kolmogorov-Smirnovým testem). Zároveň však vyšlo najevo, že některé vymezené kategorie se

vyznačují velmi vysokou variabilitou chemických vlastností, jak je patrné z krabicového diagramu (obrázek 11; použito je $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ jakožto nejsouhrnnější ukazatel).

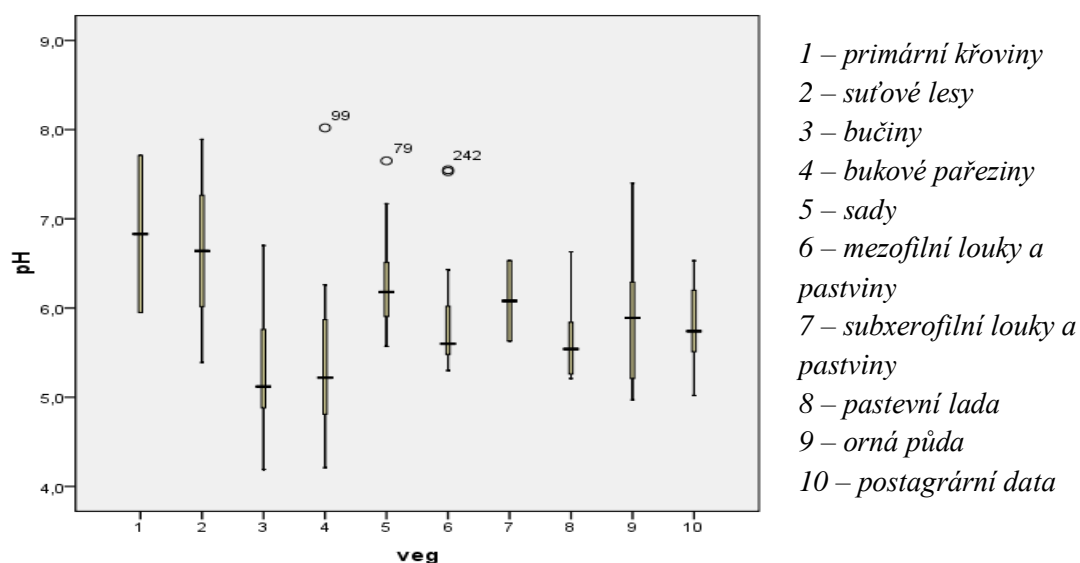


Obrázek 11. Variabilita chemismu půdy uvnitř kategorií využití půdy

Jak již bylo uvedeno v kap. 2.5, vyskytuje se v zájmovém území několik odlišných forem lesa. Kategorie „les“ byla tedy rozdělena na bučiny, bukové pařeziny, suťové lesy a primární křoviny, a to podle záznamů aktuálního využití půdy a vegetace provedených při terénních pracích. Podobně byly louky a pastviny podle terénního pozorování rozděleny na mezofilní, subxerofilní a již nevyužívané (pasevní lada) a orná půda na stále obdělávanou a opuštěnou (postagrární lada), přičemž do kategorie postagrárních lad byly zařazeny i v terénu pozorované louky a pastviny vyskytující se na plochách vymezených Machalou et al. (2014) jako orná půda v roce 2009.

Tímto bylo dosaženo homogennějších kategorií (krabicový diagram, obrázek 12). Díky malému počtu vzorků byly opět sloučeny: primární křoviny a suťové lesy, bučiny a bukové pařeziny a mezofilní a subxerofilní louky a pastviny. Rozdíly v chemických vlastnostech půdy mezi těmito nově vymezenými typy využití byly opět otestovány Kruskal- Wallisovým testem.

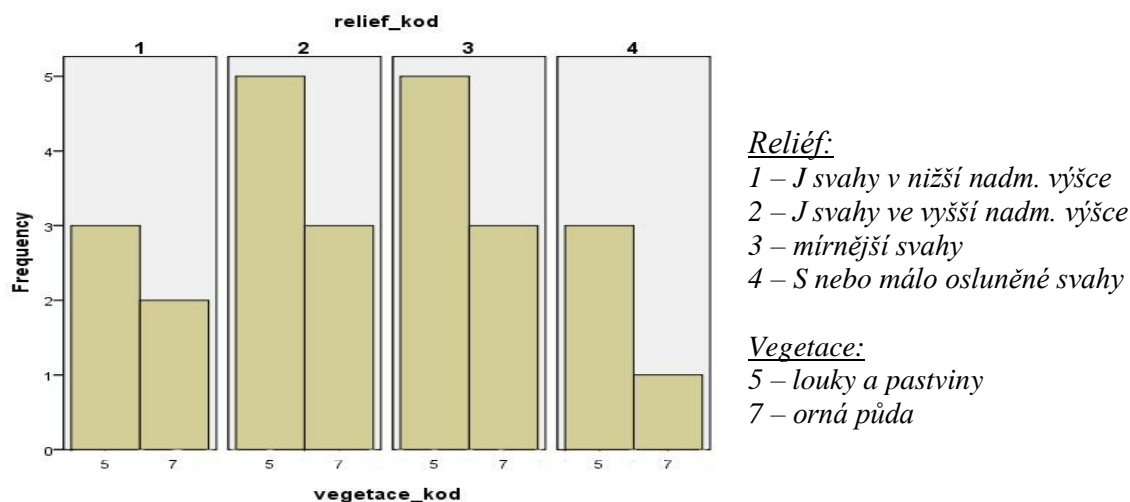
Zemědělské kategorie land-use byly dále zkoumány podrobněji. Kruskal- Wallisovým testem byly zjišťovány rozdíly mezi obhospodařovanými typy: stále využívané louky a pastviny, obdělávaná orná půda a sady. Ke srovnání mezi obhospodařovanými zemědělskými plochami a již opuštěnými: orná půda vs. postagrární lada a louky a pastviny vs. pasevní lada bylo použito Mann-Whitneyova testu. Za účelem zjištění vzájemné souvislosti pozorovaných jevů byla mezi jednotlivými veličinami provedena korelační analýza pomocí Spearmanova korelačního koeficientu, u vybraných pak byl zpracován podrobnější vztah regresní analýzou.



Obrázek 12. Variabilita chemismu půdy uvnitř kategorií aktuální vegetace

Vliv reliéfu na chemické vlastnosti půd byl zkoumán podobně jako vliv způsobu využití půdy. Kruskal-Wallisovým testem byly zjišťovány statisticky významné odlišnosti mezi 4 typy reliéfu vymezenými před sběrem vzorků (viz kap. 5.1.1). Také byla ověřována statistická významnost odlišností chemismu v důsledku rozdílného způsobu využití půdy po odstranění vlivu reliéfu tak, že byly testovány rozdíly v chemismu mezi jednotlivými typy land-use uvnitř kategorií reliéfu. Stejným způsobem měl být zjišťován i samotný vliv reliéfu po vyloučení vegetace, jednotlivé třídy v tomto případě však již neobsahovaly dostatečný počet vzorků a použití typů využití krajiny vymezených původně na základě vrstvy Machaly et al. (2014) bylo zavádějící z důvodu dominujícího výskytu později vydělených forem vegetace na určitém typu reliéfu (primární křoviny a suťové lesy na jižních svazích, lada na severních apod.). Proto bylo k tomuto účelu nakonec použito výběru, který sestával z kategorie využívaných luk a pastvin, orné půdy a sadů. U těchto kategorií nebyla pozorována odlišnost vegetace v závislosti na typu reliéfu a dohromady obsahovaly dostatek vzorků pro analýzu. Poměrné vzorků zastoupení luk a pastvin vůči orné půdě je v souboru na všech typech reliéfu obdobné (obrázek 13). Vzorky sadů jsou v tomto ohledu rozloženy rovnoměrně a korespondují s počtem druhých dvou tříd.

Poslední analýzou vlivu reliéfu na chemické půdní vlastnosti byl vztah vybraných ukazatelů (pH, obsah fosforu, dusíku a uhlíku) ke sklonu terénu (a v případě pH i nadmořské výšce) pomocí regresní analýzy.



Obrázek 13. Četnost vzorků luk a pastvin a orné půdy podle typu reliéfu

5.2.2. Charakteristika půdních typů

Protože laboratorně analyzované vzorky nebyly odebírány v místech dokumentace půdních profilů, byla zjišťována možnost jejich aproximace na základě analyzovaného výběru, a to podle jediné charakteristiky sledované u analyzovaných vzorků i popisovaných profilů: barvy v přirozeném stavu. Neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem byla tedy zjišťována odlišnost měřených chemických vlastností u hlavních pozorovaných typů barvy: 10YR, 7.5YR a 2.5Y. Problém byl trochu s nepoměrným zastoupením vzorků v jednotlivých kategoriích, zvláště protože kategorie 7.5YR obsahovala pouze 3 vzorky. Proto byl pro jistotu výsledek ověřen i pro zbylé 2 barvy zvlášť Mann-Whitneyovým testem. Dále byl regresní analýzou hledán vztah mezi barevným odstínem (CH) a světlostí (V) a vybranými chemickými vlastnostmi, které by barvu mohly ovlivnit: obsah OM (C), obsah Ca a pH, které je poměrně souhrnným ukazatelem půdních vlastností.

Na základě barvy byl také aproximován obsah hematitu v dokumentovaných horizontech B podle vztahu nalezeného Torrentem et al. (1983) pro evropské půdy. Barva podle Munsella byla nejprve následujícím vztahem převedena do RR indexu:

$$RR = (10 - H).C/V$$

Poté byl obsah hematitu určen podle vztahu nalezeného Torrentem et al. (1983) regresní analýzou s determinačním koeficientem 0,82:

$$\text{Obsah hematitu [\%]} = (RR+0,1)/2,6$$

V neposlední řadě byla také na základě analýzy chemických vlastností provedené u odebraných vzorků určena charakteristika půdních typů, tak jak jsou v zájmovém území klasifikovány Floreou et al. (1993). Vyhodnocené vzorky byly na základě této mapy rozděleny do kategorií podle jednotlivých půdních typů a neparametrickým Kruskall-Wallisovým testem bylo zjišťováno, zda a ve kterých vlastnostech se dané typy liší. Problém byl opět s nepoměrným zastoupením jednotek v jednotlivých půdních typech, protože Půdní mapa Florey et al. (1993) nebyla při odběru vzorků zohledněna. Proto byla analýza provedena pouze s půdními typy více zastoupenými (bez fluvizemě a terry rossy).

6. VÝSLEDKY

6.1. Chemické vlastnosti půd

6.1.1. Vliv způsobu obhospodařování

Rozdíly v chemismu půd nejméně mezi dvěma typy využití půdy vymezenými vrstvou Machaly et al. (2014) se podařilo prokázat pouze pro celkovou sorpční kapacitu, nasycenost bázemi (S), obsah dusíku a oxidovatelného uhlíku (tabulka 2). Orná půda ze srovnání vychází jakožto půda se zdaleka nejhoršími vlastnostmi: nejnižší sorpční kapacita i množství vyměnitelných bazických iontů, obsah dusíku a uhlíku i množství využitelných živin, přestože u nich se rozdíl neprokával jako statisticky významný. Jedinou vlastností, ve které se pro obdělávání jeví vhodnější než ostatní typy je kvalita humusu aproximovaná poměrem C/N. Příznivé vlastnosti má naopak překvapivě les, z kulturních typů pak sady (tabulka 2).

Tabulka 2. Chemické vlastnosti půdy podle hlavních typů využití

typ využití	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T _{CEC} [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	N _{tot} [%]	Cox [%]	C/N
les	16	5,7	5,2	33,04	19,6	63	3155	169	221	9	0,352	3,225	10
průměr	16	5,7	5,5	33,53	22,85	59	5201	158	237	14	0,404	3,819	10
louky a pastviny	16	5,6	5,4	19,87	13,29	71	2065	174	190	7	0,234	2,330	9
průměr	16	5,9	5,6	22,31	16,42	69	2805	193	193	8	0,264	2,543	9
orná půda	16	5,8	5,1	17,33	10,88	56	2050	164	165	6	0,211	1,685	8
průměr	16	5,8	5,3	17,92	9,42	52	2086	161	161	9	0,218	1,794	8
sady	12	6,2	5,7	22,37	16,81	76	2913	182	146	6	0,283	2,645	9
průměr	12	6,3	5,7	24,23	18,41	72	3350	195	220	11	0,289	2,638	9
statisticky významný rozdíl		ne	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ano

Analýza vlastností půdy podle později vymezených kategorií aktuálního využití a vegetačního pokryvu (více viz str. 48) ukázala jiné výsledky. Rozdělením lesa na porosty bukové (bučiny) a převážně křovinné porosty vyskytující se vesměs na mělkých půdách (suťové lesy a primární křoviny), které byly Machalou et al. (2014) zařazeny do stejné mapované kategorie jako les, vyšlo najevo, že příznivé vlastnosti lesní půdy byly dány velmi vysokými hodnotami živin i uhlíku pod těmito křovinami (tabulka 3). Rozdělením orné půdy a luk a pastvin na stále využívané a již opuštěné byl zjištěn poměrně vysoký obsah fosforu u obhospodařované orné půdy, jehož nízká hodnota se

v předchozí analýze zdála těžko vysvětlitelnou. Odlišnost chemismu půdy pod takto vymezenými typy využití a typy vegetace je statisticky významná pro všechny sledované půdní vlastnosti s výjimkou rostlinami využitelných Ca, Mg a K, nicméně mnoho těchto rozdílů je způsobeno srovnáváním s kategorií suťových lesů a primárních křovin. Při opakování analýzy bez zahrnutí této třídy již nemáme statisticky významný rozdíl ani v obsahu fosforu, nasycenosti bázemi a pH_{CaCl_2} (tabulka 3). Orná půda se tedy nevyznačuje statisticky významným zvýšením obsahu fosforu ve srovnání s ostatními typy land-use s výjimkou specifické kategorie suťových lesů a primárních křovin.

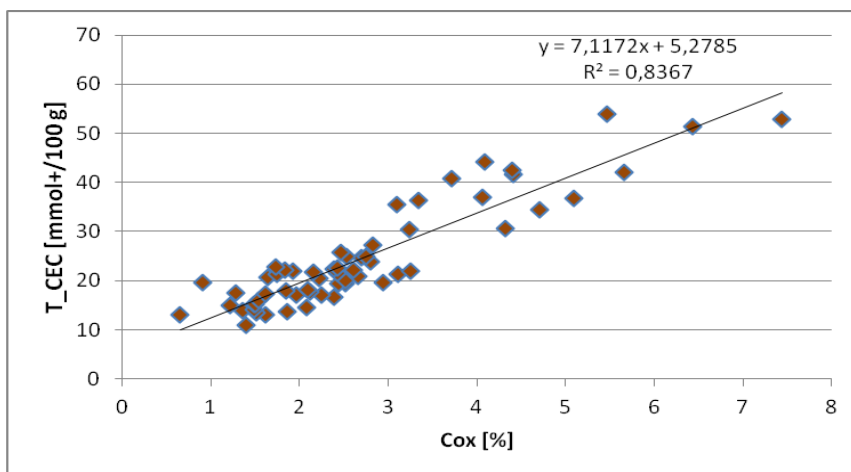
Tabulka 3. Chemické vlastnosti půdy podle aktuálního využití a vegetace

typ vegetace	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	Ntot [%]	Cox [%]	C/N
bučina	11 (14)	5,0	5,1	25,73	18,35	56	2659	139	189	7	0,3	3,1	10,0
průměr	11 (14)	5,3	5,0	28,73	15,52	48	3642	148	228	8	0,325	3,235	10
suťové lesy a primární křoviny	6 (5)	6,7	6,4	51,39	42,04	86	7652	207	263	19	0,577	5,470	9
průměr	6 (5)	6,7	6,5	44,10	39,00	84	8632	178	256	27	0,579	5,104	9
sady	12 (12)	6,2	5,7	22,37	16,81	76	2915	182	146	6	0,283	2,645	9
průměr	12 (12)	6,3	5,7	24,23	18,41	72	3350	195	220	11	0,289	2,638	9
louky a pastviny	13 (16)	5,6	5,4	20,40	14,51	71	2133	175	205	7	0,237	2,440	9
průměr	13 (16)	6,0	5,7	23,15	17,77	72	2978	204	200	8	0,252	2,669	15
orná půda	6 (9)	5,9	5,5	16,57	8,97	54	2078	137	182	10	0,194	1,635	8
průměr	6 (9)	5,9	5,4	17,24	9,38	54	2208	142	188	13	0,215	1,755	8
lada postagrární	10 (13)	5,7	5,0	17,61	10,87	57	2049	166	155	5	0,224	1,690	8
průměr	10 (13)	5,8	5,1	18,32	9,44	51	2013	172	145	6	0,220	1,817	8
lada pastevní	3 (5)	5,5	4,8	17,90	6,55	43	1691	138	175	7	0,202	1,850	9
průměr	3 (5)	5,7	5,7	18,65	10,55	53	2056	178	165	10	0,226	1,997	9
statisticky významný rozdíl		ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano
bez suťových lesů a primárních křovin		ano	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne

Pozn. údaj v závorce u počtu vzorků uvádí počet vzorků pro analýzu pH_{H_2O}

Přesto je sorpční kapacita, celková zásoba dusíku i obsah bazických kationtů (i když u poslední statisticky nevýznamně) v půdě bučin stále poměrně vysoká ve srovnání s kulturními typy vegetačního pokryvu. Korelační analýzou bylo zjištěno, že tento jev bude s největší pravděpodobností způsoben rozdílnou akumulací organického materiálu v půdě, jehož částice mají vysokou CEC (viz kap. 4.3). Spearmanův korelační koeficient pro T_CEC a Cox, který indikuje množství OM v půdě, dosahuje 0,858 (příloha 13). Na základě regresní analýzy (obrázek 14) dále můžeme upřesnit, že vztah obsahu OM v půdě a sorpční kapacity je lineární a variabilita obsahu OM je za variabilitu T_CEC zodpovědná z 83,7 %.

Silný korelační vztah mezi sorpční kapacitou a množstvím vyměnitelných bází (Spearmanův korelační koeficient 0,860) a rovněž signifikantní závislost množství dostupného Ca, Mg a K na CEC (Spearman 0,828; 0,507; 0,445) (příloha 13) indikují, že ve vápencovém prostředí jsou to především báze, které se váží do sorpčního komplexu, a tudíž má celková sorpční kapacita významný vliv na množství těchto živin v půdě.



Obrázek 14. Závislost sorpční kapacity na obsahu oxidovatelného uhlíku

Rovněž celkové množství dusíku silně koreluje s obsahem oxidovatelného uhlíku (Spearman 0,896), z čehož vyplývá, že i tento jev je z podstatné části způsoben akumulací organického materiálu, což může indikovat antropicky málo pozměněný cyklus dusíku. Podle regresní analýzy jím lze vysvětlit 76,7 %, na orné půdě (včetně již opuštěné) je tomu obdobně, na stále obdělávané je to však dokonce 93 %. U obsahu fosforu toto neplatí, jeho závislost na množství OM v půdě je slabá a podle regresní analýzy vysvětluje obsah OM pouze 15,5 % variability v obsahu fosforu.

Porovnání chemismu půd mezi jednotlivými intenzivněji obhospodařovanými typy využití (sady, obhospodařované louky a pastviny, obdělávaná orná půda) neukázalo statisticky významný rozdíl v žádném ze sledovaných ukazatelů. Stejně tak nebyla žádná statisticky významná odlišnost prokázána mezi ornou půdou obdělávanou a již opuštěnou, a obdobně u luk a pastvin.

6.1.2. Vliv reliéfu

Základní analýzou vlivu reliéfu na půdní vlastnosti byl statisticky významný rozdíl mezi nejméně dvěma typy reliéfu prokázán pouze v obsahu P, N a C. Obsahy těchto prvků jsou vyšší v obou typech reprezentujících jižní svahy s vysokým úhrnem dopadajícího slunečního záření. Na jižních svazích je i vyšší pH, sorpční kapacita i stupeň nasycení, i když ne významně (tabulka 4).

Primární křoviny a suťové lesy, které se vyznačují vysokými hodnotami těchto vlastností (tabulka 3), najdeme totiž téměř výhradně v tomto typu reliéfu (poznatek z terénního šetření), což se nabízí jako možné řešení tohoto jevu.

Tabulka 4. Chemické vlastnosti půdy podle typů reliéfu

typ reliéfu	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	Ntot [%]	Cox [%]	C/N
J svahy v nižší nadm. výšce	15	6,5	5,9	24,91	17,14	77	2950	209	185	8	0,279	2,750	9
průměr	15	6,5	6,2	28,98	22,19	71	4690	188	210	11	0,321	3,147	14
J svahy ve vyšší nadm. výšce	15	5,7	5,9	20,83	14,82	71	2319	174	206	7	0,281	2,660	9
průměr	15	6,0	5,9	25,45	17,12	61	3617	158	234	15	0,323	3,003	9
mírnější svahy	15	5,6	5,2	17,02	12,08	64	1984	158	175	5	0,195	2,264	9
průměr	15	5,7	5,3	21,00	13,21	61	2594	172	169	7	0,247	1,860	9
S nebo málo osluněné svahy	15	5,8	5,4	22,04	12,79	57	2254	175	164	7	0,232	2,390	9
průměr	15	5,9	5,6	23,15	14,13	56	2542	184	194	9	0,266	2,409	9
statisticky významný rozdíl		ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne

Úzkou souvislost reliéfu s vegetací i využitím půdy pozorujeme i v analýze vlivu samotného vegetačního pokryvu, kdy se v rámci kategorií reliéfu neprokázaly již žádné statisticky významné odlišnosti půdních vlastností mezi jednotlivými typy využití krajiny. Naopak analýzou rozdílů mezi typy reliéfu za použití pouze luk a pastvin, orné půdy a sadů, které mají v celém zkoumaném území stejnou podobu, byl prokázán signifikantní vliv reliéfu na půdní pH, sorpční kapacitu i obsah bazí v sorpčním komplexu, obsah dusíku a uhlíku (tabulka 5). Jižní svahy se vyznačují příznivějšími vlastnostmi než zbylé dva typy reliéfu. Pozoruhodné jsou nejméně příznivé vlastnosti půdy na mírnějších svazích, a to i ve srovnání se svahy severními. V souhrnu lze na základě uvedeného považovat reliéf za dominantní faktor ovlivňující půdní chemismus ve studovaném území.

Korelační a regresní analýza vztahu pH, obsahu fosforu, dusíku a uhlíku ke sklonu terénu neukázala žádnou významnou závislost, stejně jako pH k nadmořské výšce.

Tabulka 5. Chemické vlastnosti půdy podle typů reliéfu bez vlivu vegetace

typ reliéfu	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	N _{tot} [%]	Cox [%]	C/N
J svahy v nižší nadm. výšce	7 (8)	6,1	5,9	30,25	25,37	83	3982	210	205	7	0,333	3,250	10
průměr	7 (8)	6,2	5,9	29,23	24,43	79	4017	211	235	13	0,297	3,455	21
J svahy ve vyšší nadm. výšce	9 (11)	6,0	5,2	20,83	15,50	75	2544	163	238	7	0,281	2,520	9
průměr	9 (11)	6,1	5,7	24,62	18,27	71	3324	174	254	12	0,312	2,830	9
mírnější svahy	9 (11)	5,6	5,2	15,16	12,08	67	1938	171	167	5	0,188	1,730	9
průměr	9 (11)	5,7	5,3	17,07	10,84	64	2205	179	161	6	0,197	1,735	9
S nebo málo osluněné svahy	6 (7)	5,7	5,5	19,27	12,34	64	2300	174	149	6	0,241	1,985	8
průměr	6 (7)	6,0	5,6	19,22	12,50	61	2379	215	165	8	0,228	1,935	8
statisticky významný rozdíl		ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne

Pozn. údaj v závorce u počtu vzorků uvádí počet vzorků pro analýzu pH_{H₂O}

6.2. Charakteristika půdních typů v zájmovém území

Ná základě terénního průzkumu a dokumentace půdních profilů, která tvoří přílohu 19, lze zobecnit, že půdy v zájmovém území jsou těžké, převážně hlinitojílovité. Substrát tvoří z velké části vápenec, nicméně v jihovýchodní a v severozápadní části území byly nalezeny kyselé vyvěřeliny a v části území se ve spodní části profilu, na vápencovém podloží, nachází hnědožlutá jílovitá vrstva barvy hue 10YR, chromy 6 a value 4 či 5 podle Munsella, v prudších svazích sahá téměř k povrchu (příloha 19, profil K). Na březích Dunaje se půda vyvíjí na fluvialních sedimentech.

Půdy svahů se sklonem přes 12° jsou mělké a kamenité, ve většině případů karbonátové, ale není to pravidlem. Na náhorních plošinách je situace složitější. Místa se vyskytují také mělké půdy, ale již ne kamenité, místa se ale naopak vyskytují půdy velmi hluboké s výrazně diferencovaným profilem (např. příloha 19, profily M, P18 a P35), v jehož spodní části se nachází načervenalá jílovitá vrstva prizmatické struktury s tmavými konkrécemi. Přechody mezi těmito typy jsou velmi dynamické, v podstatě se jedná o krasové kapsy.

Velkou část náhorních plošin však zaujímají půdy středně hluboké až hluboké, u nichž bylo málokdy možné rozlišit přechody mezi horizonty. Pokud byla vůbec pozorována nějaká diferenciací, pak to byla postupná texturní diferenciací, kdy s hloubkou přibývalo jílu, někdy doprovázená změnou barvy ke žlutavějším a světlejším odstínům (např. příloha 19, profily C, E, P24, P34, P114), často leží na výše popsané žlutavé vrstvě jemné frakce. Půdy středně hluboké s jasněji odlišeným horizontem

červenější barvy budou příbuzné velmi hlubokým půdám popsaným výše. Všechny půdy na náhorní plošině jsou odvápněné.

Jelikož při dokumentaci půdních profilů nebyly odebírány žádné vzorky pro analýzu chemických vlastností, byla snaha alespoň některé z nich částečně aproximovat. Půdy různé barvy (H podle Munsella) svrchního horizontu se statisticky významně liší v pH_CaCl₂, sorpční kapacitě (CEC), sorpční nasycenosti (S), stupni nasycení (V) a obsahu přístupného vápníku (Ca). Půdy žluté barvy (2.5Y) se vyznačují vyšší aciditou, nižší sorpcí i nasyceností a nižším obsahem vápníku ve srovnání s ostatními kategoriemi. Půdy červené barvy (i když zde není výsledek plně vypovídající kvůli malému počtu případů) mají naopak ze zkoumaných kategorií nejvyšší pH, CEC, stupeň nasycení i obsah vápníku. Velká skupina půd barvy 10YR představuje průměrné hodnoty (tabulka 6).

Tabulka 6. Charakteristika půd podle Munsellovy barvy (H)

barva	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	Ntot [%]	Cox [%]	C/N
10YR	46	6,0	5,4	22,03	15,16	70	2602	175	188	7	0,264	2,450	9
2.5Y	9	5,5	5,0	16,71	5,59	43	1541	152	158	6	0,200	1,860	9
7.5YR	3	6,0	6,0	23,80	22,85	96	3218	207	230	18	0,306	2,800	9
statisticky významný rozdíl		ne	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne

Další Munsellovy parametry barvy (chroma a value) nevykázaly při korelační a regresní analýze žádný vztah k pH ani k obsahu vápníku, k množství oxidovatelného uhlíku byl vztah sice statisticky významný, ale koeficient determinace 0,3 představuje velmi malý podíl vysvětlené variability pro, byť hrubou, aproximaci. Aproximovaný obsah hematitu uvádí příloha 14. Pouze u 5 profilů (P40, P11, P52, P49, P42) byl touto metodou zjištěn obsah vyšší než 1 %.

Analýzou odlišností v chemických vlastnostech mezi půdními typy vymezenými Floreou et al. (1993) byl prokázán statisticky významný rozdíl nejméně mezi dvěma kategoriemi v podstatě ve všech sledovaných vlastnostech s výjimkou obsahu draslíku a fosforu. Lze shrnout, že vymezené třídy jsou poměrně homogenní. Pozoruhodné je vysoké pH u třídy luvizemě typické, zvláště v porovnání s kambizemí eutrofní a skupinou rendzin s kambizeměmi, a nízké pH, ale naopak vysoký podíl organického materiálu u terry rossy (tabulka 7), i když tyto údaje je nutné brát s větší rezervou, protože tato kategorie obsahuje pouze 2 případy.

Tabulka 7. Charakteristika půdních typů vymezených Floreou et al. (1993)

Půdní typ	počet vzorků	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	N _{tot} [%]	Cox [%]	C/N
Fluvizem	1	6,2	5,1	10,96	5,82	53	1094	110	177	29,20	0,177	1,400	8
Rendzina modální	16	6,4	6,1	27,76	24,11	79	3715	226	206	7,80	0,349	3,245	10
<i>průměr</i>	16	6,3	6,0	31,12	24,62	76	4989	231	231	11,00	0,382	3,707	10
Rendzina kambická	12	6,0	5,6	21,96	15,09	67	2915	167	377	5,40	0,271	2,675	9
<i>průměr</i>	12	5,8	5,4	25,90	16,55	61	2989	170	191	7,82	0,249	2,605	15
Kambizem eutrofní	25	5,5	5,1	18,19	10,36	55	1938	165	158	6,30	0,237	2,090	9
<i>průměr</i>	25	5,6	5,3	21,02	13,71	56	2924	155	166	9,90	0,270	2,302	9
Luvizem typická	6	6,2	5,5	16,84	12,44	67	2219	166	178	6,25	0,198	1,700	9
<i>průměr</i>	6	6,3	5,7	20,96	15,15	67	3136	160	259	12,93	0,234	2,047	9
Terra rossa (průměr)	2	5,7	5,3	36,32	23,49	64	3482	220	377	10,55	0,479	4,990	10
statisticky významný rozdíl		ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ano	ano	ano

Pozn. statisticky významný rozdíl byl zjišťován pouze mezi dostatečně zastoupenými kategoriemi, fluvizem a terra rossa jsou v tabulce uvedeny jen pro orientaci

Zařazení jednotlivých půdních profilů k půdním typům a návrh klasifikace půd v zájmovém území jsou podrobněji rozebrány v diskuzní části (kap. 7.1).

7. DISKUZE

7.1. Charakteristika půd v zájmovém území a jejich klasifikace

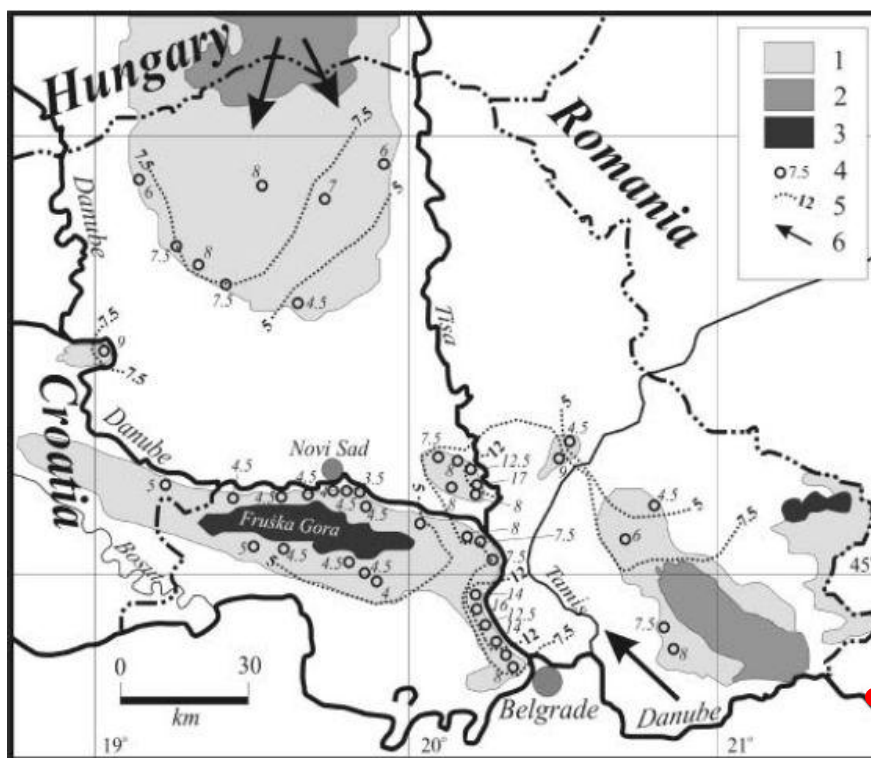
V této kapitole jsou nastíněny typy půd vyskytujících se ve studovaném území, diskutován jejich původ a geneze a v důsledku navrženo jejich zařazení k určitému půdnímu typu podle Němčeka et al. (2011). Cílem není půdy nijak přesně klasifikovat, spíše poskytnout přibližný přehled o vlastnostech a rozšíření půd v zájmovém území. Hlavním výsledkem této části je proto náčrt „půdní mapy“ zájmového území tvořící přílohu 17, který je zhotoven na základě klasifikovaných půdních profilů a jejich vztahu ke konfiguraci reliéfu.

7.1.1. Půdy náhorní plošiny

První otázkou, která byla řešena v souvislosti s genezí půd ve studovaném území, byl možný výskyt sprašových hlín, protože značná část půd náhorní plošiny je na půdy vyvinuté na vápencích poměrně hluboká (80 cm i více) a celý profil je odvápněný a bez skeletu. Odvápnění půd zaznamenal i Atalay (1997) v krasu tureckého pohoří Taurus, půdní reakce však byla v jeho studii blízká neutrální, zatímco v půdách krasu studovaného v této práci byla zjištěna spíše reakce mírně kyselá (příloha 15), což svědčí o vyšším stupni vyluhování či odlišné genezi. Ve spodní části profilu některých ze zmíněných půd se dále nachází vrstva žlutavé/okrové až žluto-okrovohnědé barvy a jemné frakce zrnitostně a barevně podobné sprašové hlíně (příloha 19, profily P12, P27), která místy vystupuje k povrchu (příloha 19, profil K). Svrchní horizonty žlutavé barvy mají navíc podle analýz prokazatelně méně příznivé sorpční vlastnosti i obsah živin (tabulka 6).

Podle řady rekonstrukcí paleoproudění v Panonské a Dunajské nížině založených na studiu způsobu uložení spraší a jiných eolických sedimentů nebo hledání pravděpodobného zdroje materiálu na základě podobného chemického složení převažovaly v pleistocénu v této oblasti severozápadní a severní větry s výjimkou území na jihovýchodě (na jih od dnešního soutoku Tiszy a Dunaje, který představoval tranzitní zónu), kde Buggle et al. (2008) a Markovič et al. (2008) uvádějí jihovýchodní proudění (obrázek 15). Bokhorst et al. (2011) jej však považují za nedominantní, protože zdrojem eolického materiálu uloženého v jižní Vojvodině jsou podle jejich práce aluviální

sedimenty panonské nížiny, řek Sávy, Tiszy a Dunaje, z menší části pak ledovcového předpolí Alp. Na jihu od jimi studované oblasti žádný významný zdroj materiálu pro eolický transport nenacházejí. Fitzimmons et al. (2012) však kromě jmenovaných uvádí i menší komponentu pocházející ze Sahary, která potvrzuje jihovýchodní směr. Buggle et al. (2008) určili rovněž původ sprašového materiálu oblasti Vojvodiny jako aluviální sediment Dunaje, nicméně navrhuji, že pochází právě z oné tranzitní oblasti na soutoku Dunaje a Tiszy. Můžeme tedy shrnout, že v oblasti severně od tohoto soutoku zcela jistě panovalo severozápadní a severní proudění, jižněji je pravděpodobný výskyt jihovýchodního proudění, které zde ale nejspíš nedominovalo. Jihovýchodní proudění by do oblasti řešené v předkládané práci pravděpodobně nemohlo přinést mnoho materiálu, protože oblast je z této strany stíněna srbskou částí Karpat (obrázek 1). Pokud by sem zasahovalo severozápadní proudění, mohly sem být přineseny sedimenty z Dunajské nížiny, protože v tomto směru je oblast do nížiny z části otevřená. V daném případě by se eolický materiál ukládal především v nižších nadmořských výškách jižní části řešeného území, na temenech svahů a svazích obrácených k západu, kde byly zároveň nalezeny nejhlubší půdy (např. příloha 19, profily M, P18, P32).



1 sprae; 2 váté písky; 3 pohoří; 4 jednotlivá pozorování; 5 izopachy (izolinie mocnosti uloženin); 6 dominantní směr eolického transportu

● území studované v předkládané práci

Obrázek 15. Pleistocenní proudění v oblasti Panonské a Dunajské nížiny

Zdroj: Markovič et al. 2008

Ve spodní části těchto profilů byl zároveň pozorován jílovitý horizont načervenalé barvy a prizmatické struktury s tmavými konkrécemi, který odpovídá popisu Bt_r horizontu terra rossy nebo terra fusky podle Smolíkové (1982b) a Němečka et al. (1990) (více viz kap. 3.2). Nicméně podle těchto autorů by nad tímto horizontem, který má dosahovat mocnosti 20 – 50 cm, což většinou odpovídá (např. příloha 19, profil P32), měl být již jen nevýrazný a mělký (o mocnosti max. 5 cm) horizont A. Lze předpokládat, že na zemědělsky využívané půdě by byl takto nevýrazný horizont modifikován na orniční Ap větší mocnosti, u dokumentovaných profilů byla však horní hranice načervenalého horizontu popsána často až v hloubce kolem 90 cm (např. příloha 19, profily M, P18) a 30 cm pod povrchem nemá půda načervenalou barvu, ale ani jiné pro terrae calcis typické znaky. Z tohoto důvodu je možné vyloučit, že by se jednalo o rubefikovaný horizont, kde ve svrchnějších vrstvách došlo k rozpuštění a vyluhování hematitu, ke kterému ve srážkově bohatších oblastech dochází (viz kap. 3.2). Kromě výše zmíněného by dalším vysvětlením mohl být návrh Fedoroffa (1997), že rubefikace probíhá ve svrchních horizontech a rubefikované minerály jsou posléze s jílem translokovány do spodních vrstev. Pohybu jílu směrem do spodních částí profilu nasvědčuje jeho narůstající podíl s hloubkou zaznamenaný téměř u všech profilů. Vzhledem ke značné hloubce se však i toto jeví jako nepravděpodobné. Půdní profily terrae calcis by navíc měly nabývat mocností 0,4 až 1 m (Šamonil 2005), zatímco u zmiňovaných půd byly zaznamenány hloubky okolo 130 a v jednom případě i 170 cm. Přítomnost podstatné vrstvy alochtonního materiálu, s nejvyšší pravděpodobností eolického, jehož zdrojem byla Panonská a Dunajská nížina, se při uvážení všech těchto okolností jeví vysoce pravděpodobnou. Ostatně v krasových regionech není nijak výjimečná (viz kap. 3.2). Toto vysvětlení podporuje i ve většině případů zaznamenaná snadno rozlišitelná hranice mezi načervenalým jílovitým horizontem ve spodní části profilu a svrchnějšími horizonty. Obdobný případ byl dokumentován v krasovém závrtu ve střední Itálii Priorim et al. (2008). Zde popisovaný červenavý jílovitý horizont byl nalezen až v hloubce 330 cm, pod vrstvami koluvií a eolického materiálu. Jeho stáří bylo autory datováno na střední pleistocén. Vyvíjel se však pravděpodobně v teplejším podnebí než obdobné horizonty dokumentované v okolí Svaté Heleny, protože se vyznačuje červenější barvou (2.5YR).

V předkládané práci řešené spodní horizonty se tedy vyvinuly v interglaciálech, a během následujících glaciálů byly převáty eolickým materiálem, na jehož nejmladších vrstvách se v průběhu holocénu vyvinula recentní půda. Úlohu při formování

půdotvorného substrátu mají pravděpodobně na mnoha místech studovaného území i svahová koluvia, proto bude vhodnější jej označit za polygenetické hlíny.

Hlavním identifikačním znakem pro rozlišení terra rossy a terra fusky je množství hematitu, který propůjčuje terra rosse charakteristické červenavé zbarvení. Jeho obsah určený na základě barvy přesahoval 1 % pouze u 6 popsanych profilů, u dalších 7 dosahoval přesně 1 %. Výsledky zároveň korespondovaly s pravidlem Averyho (1995) klasifikovat jako terra rossu půdu s horizontem B barvy 7.5YR nebo červenější v případě materiálu jemného siltu nebo jemnějšího, čemuž odpovídá s dvěma výjimkami stejný výběr profilů (celkem 15) (příloha 14). Nicméně přibližně stejnou barvou se vyznačují A horizonty spočívající přímo na vápencovém podloží některch mělkých, kamenitých a málo vyvinutých půd ve svazích studovaném území (např. příloha 19, profil L, P48), které nemohou být kvůli jejich skeletovitosti a vysokému obsahu organického materiálu, včetně méně rozloženého, považovány za terra rossu. Zároveň mají zkoumané horizonty A červenější barvy obecně vyšší pH, sorpční nasycenost i obsah vápníku (tabulka 6), což naznačuje, že tato barva indikuje spíše původ v nerozpustném vápencovém reziduu než stupeň vývoje. S přihlédnutím ke všem okolnostem by jako fosilní terra rossa nakonec mohl být považován pouze profil P18. Na druhou stranu byly zaznamenány také profily s výraznými prizmaty a tmavými konkracemi v horizontu B, které se jinak ale vyznačovaly barvou 10YR (např. příloha 19, profil P35), v ničem jiném se však tato půda neliší. Proto jsou nakonec všechny půdy v zájmovém území odpovídající popisu terrae calcis (především zrnitost a struktura, případně tmavé konkrace, k barvě je z výše popsanych důvodů přihlíženo méně) považovány za terra fusku, pravděpodobně stáří interglaciálů M/R nebo R/W, protože starší interglaciál G/M by díky své delší době trvání a teplejšímu klimatu dovolil B_t horizontům získat červenější barvu (viz kap. 3.2). Dále není zcela vyloučeno, že ve starších obdobích níže položenými částmi zájmového území (do 300 m. n. m.) protékal Dunaj (více viz kap. 2.2.1), o jehož přítomnosti v historických obdobích svědčí říční štěrk nalezený na několika lokalitách (terénní pozorování). Směr vývoje půd však příměs tohoto substrátu zřejmě nijak významně neovlivnila.

Za příklad terra fusky v podloží alochtonního materiálu, na němž se vyvinula recentní půda, lze uvést profily I, M, P18, P35, P40 a P117, vyznačují se však různou mírou eroze nebo naopak možná i akumulace koluvií postihující různé horizonty. Půdy na severním okraji studovaného území Florea et al. (1993) klasifikoval jako terra rossu (nachází se zde např. profil P40), při terénním šetření provedeném v rámci předkládané

práce však nebyly zaznamenány žádné znaky, které by takové zařazení ospravedlňovaly.

Na náhorních plošinách se dále vyskytují středně hluboké, mělké i velmi mělké půdy, o nichž se dá říci, že jejich profil je také s přibývajícím hloubkou červenější, v případě mělkých zasahuje červená barva 7.5YR až povrchu. Jsou zcela odvápněné a s výjimkou hladce opracovaných kamenů nalezených i ve spodní části B_t horizontů výše popsaných půd bezskeletovité a s malým obsahem humusu, v čemž se vůbec nepodobají rendzinám, za které by jinak vzhledem k hloubce a matečně hornině měly být považovány (Němeček et al. 2011, Tomášek 2007, Vopravil 2009). S největší pravděpodobností se jedná rovněž původně o terrae calcis, které však byly postiženy erozí a místy obnaženy až na B_t horizont. Na povrchu jsou však více vystaveny současným klimatickým činitelům a proto mohou být jejich vlastnosti více pozměněny. Odhalení Bt horizontů v důsledku eroze popisuje i Šamonil (2005) v Českém krasu. Zároveň zdůrazňuje úlohu kapsovitého krasového reliéfu, který je pro vývoj a zachování reliktních terrae calcis zásadní i v zájmovém území této práce. Lze předpokládat, že půdy typu terrae calcis se v teplém období v minulosti vyvinuly po celé náhorní plošině, v následujících chladnějších obdobích byly v různé míře erodovány a převáty eolickým materiálem, který byl následně opět erodován. Není vyloučeno, že ke značnému odnosu došlo teprve v souvislosti s odlesněním při příchodu prvních osadníků v 19. století. Obavy obyvatel z nadměrné eroze půdy totiž zmiňuje Klvač (2012). Podobné případy jsou v oblastech půd vyvinutých na substrátu s významným podílem materiálu eolického původu poměrně běžné. K vyššímu odnosu navíc často překvapivě dochází při tradičním způsobu hospodaření než při moderních technikách (Leopold a Völkel 2007). Tradiční způsob orby totiž vytváří ornici nižší hloubky, která je v důsledku tvořena pouze svrchními o jílu ochuzenými horizonty, a tudíž snadno podléhá odnosu. Poměrně brzy pak dochází k obnažení kompaktního Bt horizontu, který je stabilnější, ale naopak představuje problém pro orbu (Leopold a Völkel 2007). Po znovu ustavení vegetace se na takto obnažených Bt horizontech může v poměrně krátké době vyvinout molický humusový horizont (Leopold a Völkel, Yassoglou et al. 1997), což může být případem dokumentovaného profilu P118.

Florea et al. (1993) v oblastech, kde byly identifikovány výše popsané půdy typu terrae calcis, na nichž se vyvinula recentní půda, vymezili kambizem eu-mezobazickou a luvizem typickou. Půdy na všech těchto plochách mají podle provedené analýzy chemismu většinou střední sorpční kapacitu a středně nasycený sorpční komplex. Oblast

ve středu území na jihu, která je zmíněnými autory vymezena jako luvizemě typická se vyznačuje mírně příznivějšími vlastnostmi. Podobně je tomu s půdní reakcí, která je v této oblasti neutrální, zatímco na plochách vymezených jako kambizemě mírně kyselé až kyselé (příloha 15).

Luvizemě se charakterizují neutrálním až slabě alkalickým horizontem A, pod kterým teprve leží kyselý eluviální horizont (Tomášek 2007). Právě tento jev zaznamenali Kučera et al. (2014), kteří v rámci výzkumu probíhající rovněž v okolí Svaté Heleny zdokumentovali dva studijní profily, u nichž provedli laboratorní analýzu chemických vlastností i zrnitostního složení pro celý půdní profil. Eluviální horizont se ani v práci těchto autorů výrazně neodlišuje barvou, proto nebyl v předkládané práci, jejíž dokumentace půdních profilů se zakládala výhradně na terénním pozorování, většinou vůbec rozlišen. Horizont A dosahuje v jednom případě popsaném Kučerou et al. (2014) mocnosti i více než 10 cm, proto analýza chemismu provedená v rámci předkládané práce odráží v podobných případech vlastnosti především tohoto horizontu. Kučera et al. (2014) klasifikovali pozorované půdy jako luvizemě. A o luvizemě se pravděpodobně skutečně jedná. Dominantním půdotvorným procesem v tomto území je zcela jistě illimerizace. Srážky jsou vydatné, půdotvorný substrát těžký a z podstatné části tvořen eolickým materiálem a do 19. století bylo území porostlé lesem, tedy zde panovaly pro tento proces ideální podmínky. Transport jílu z vrchních do spodních částí půdy byl zaznamenán u většiny studovaných profilů. Na fosilních a reliktních půdách typu *terrae calcis* se navíc často vyvíjejí právě luvizemě (např. Zachar 1973).

Půdy v areálech vymezené Floreou et al. (1993) jako kambizem eutrofní mají podle provedených analýz méně příznivé chemické vlastnosti, zvláště sorpční nasycenost a půdní reakci (tabulka 7, přílohy 15 a 16). Jejich hodnoty by sice odpovídaly tomuto půdnímu typu (Floreou et al. 1983, Tomášek 2007, Vopravil 2011), ale není žádný důvod, proč by v této části území měl dominovat jiný pedogenetický proces.

V podstatě můžeme rozlišit 4 areály půd vymezených Floreou et al. (1993) jako kambizemě: na jihozápadě, na severu, na východě a pruh na jihovýchodě vybíhající k západu. V jihozápadním a východním areálu byly popsány profily, které se nijak neliší od těch pozorovaných v areálu luvizemí, převažující charakter terénu je zde rovněž podobný (přílohy 15 a 16). Vzorků zde bylo odebráno příliš málo na usuzování o chemických vlastnostech těchto půd, proto byly přiřazeny k luvizemím. Ve zbylých dvou areálech je svrchní část půdy skutečně kyselejší a méně nasycená (přílohy 15 a

16). Hlavní úlohu zde bude mít reliéf. Sklonitost svahu totiž ovlivňuje míru infiltrace vody a erozi. Větší sklonitost zapříčiňuje nižší infiltraci a tedy vyšší povrchový odtok, sušší mikroklima a slabší vyluhování (Jenny 1941, Smolíková 1982a), což je výrazné především na jemnozrnných substrátech. Tento jev byl zaznamenán i v této studii, kde byly mírné svahy vyhodnoceny z hlediska půdní reakce a sorpčních vlastností vyhodnoceny jako nejméně příznivý typ reliéfu (tabulka 5). Na druhou stranu vyšší sklonitost ale také zvyšuje pravděpodobnost eroze, především v kombinaci s jemnozrnnou půdou (Walker a del Moral 2003). Severní areál Floreou et al. (1993) vymezených kambizemí z nezanedbatelné části zabírají plošiny a mírně ukloněné povrchy (příloha 4), zároveň se nachází v asi o 100 metrů vyšší nadmořské výšce než areály na jihu a areál luvizemí. Můžeme proto předpokládat, že infiltrace zde bude intenzivnější a vlivem většího zamokření půdy proto mohou směřovat k pseudoglejům, které se charakterizují zmíněnými chemickými vlastnostmi v povrchovém horizontu (Floreou et al. 1983, Tomášek 2007, Vopravil 2011). V této oblasti bohužel nebyly nalezeny žádné přirozeně odhalené profily, půdní průzkum se proto prováděl za pomoci sondérky. Ve spodnější části profilu byl však i tímto způsobem zaznamenán horizont plavější barvy (příloha 19, profily P23, P38).

Ve zbývajícím areálu je situace složitější. V jeho východní části tvoří geologické podloží možná již granitická hornina, jak se zjistilo při terénních a laboratorních pracích. Reliéf je zde poměrně sklonitý (příloha 4), proto se v celé oblasti dá očekávat díky erozi půda spíše mělká, vyvinutá přímo na této hornině. V tomto případě se tedy skutečně jedná o kambizemi, ale s ohledem na chemismus spíše kambizem dystriickou. V západní části areálu je naopak údolí, kde byl dokumentován profil K, který je pravděpodobně koluviálním sedimentem polygenetických hlín, které toto údolí vyplňují. I povrchové části půdy v této oblasti, z nichž byly odebírány vzorky pro laboratorní analýzy, se vyznačují žlutavou barvou (příloha 15).

7.1.2. Půdy sklonitých svahů

Na rozdíl od náhorní plošiny není situace na svazích přilehlých údolí a Dunajského průlomu zdaleka tak komplikovaná. Půdy jsou vesměs mělké a málo vyvinuté, matečným substrátem je vápenec s výjimkou profilů P45, kde vystupují granitické horniny, P55 a P120, kde se pravděpodobně jedná o karbonátový substrát, ale

již ne vápenec a profilu P54, který se nejspíše vyvinul na písčitojílovitých náplavech staré říční terasy Dunaje (o terasách více viz kap. 2.2.1).

Hlavním faktorem určujícím jejich vývoj je konfigurace reliéfu. Kromě rozdílů v intenzitě infiltrace zmíněné v předchozí subkapitole, může posunem po svahu vznikat mocný Am horizont, svrchní část těchto profilů pak obsahuje pouze malé množství karbonátů (Šamonil 2005). Na méně sklonitých svazích naopak rendziny směřují ke kambickému typu. Svahy studovaného území tedy pokrývají rendziny všech vývojových stadií od karbonátové syrozemě (rendziny litické podle Němečka et al., 2011) po rendzinu kambickou (zařazení jednotlivých profilů podle Němečka et al., 2011, uvádí příloha 19). Tyto půdy jsou vesměs sorpčně nasycené, s neutrální až alkalickou půdní reakcí (přílohy 15 a 16), což odpovídá jejich povaze (Florea et al. 1983, Šamonil 2005, Tomášek 2007, Vopravil 2011). Mírné odlišnosti v chemických vlastnostech určuje kromě již výše zmíněné sklonitosti i orientace svahu. Jižní svahy se podle výsledků této studie vyznačují příznivějšími vlastnostmi, signifikantní se ukázal rozdíl v půdní reakci, sorpční kapacitě i nasycenosti a obsahu dusíku a uhlíku (tabulka 5). Jižní svahy přijímají sluneční záření po nejdelší dobu a mají tudíž největší příjem energie, naopak svahy severní jsou mu vystaveny po nejkratší dobu (viz kap. 2.2.2). Ve výsledku je povrch na jižních svazích teplejší a sušší s intenzivnější evapotranspirací, dekompozicí a mineralizací, ale také nižší rostlinnou produkcí, což by se mělo projevit nižší akumulací organického materiálu v půdě (viz kap. 3.2). Ve studovaném území se však na jižních svazích vyskytují křovinná společenstva s vysokou produkcí biomasy (viz kap. 6.2), která se tedy v důsledku zvýšené dekompozice rychleji dostává do půdy.

7.1.3. Půdy na dnech údolí a podél vodních toků

Na dnech hluboce zaříznutých údolí se vyskytují rendziny podobně jako na jejich svazích (viz kap. 7.1.2), podél vodních toků pak lokálně gleje a půdy na aluviích těchto toků. Z důvodu jejich nepřilíš velkého rozšíření však tyto půdy nebyly zkoumány podrobněji, proto ani nejsou zmiňovány v části věnované výsledkům práce, ani v náčrtu rozšíření půd (příloha 17). V nivě Dunaje se vyvíjí mocné fluvizemě na říčních náplavech (příloha 19, profil 29).

7.1.4. Shrnutí

Krasovou plošinu Svaté Heleny z velké části zaujímají v různé míře erodované luvizemě vyvinuté na reliktních půdách typu terra fusca a alochtonních sedimentech eolického (a svahového) původu. Podle Němečka et al. (2011) odpovídají kritériím pro označení za luvizem chromickou. Severní část plošiny pokrývají také luvizemě (příloha 17), nicméně pro jejich bližší zařazení není dostatek informací. V jižní části se nachází údolí s polygenetickými hlínami a jejich sedimenty vystupujícími k povrchu nebo s mělčími na nich vyvinutými půdami, z nichž nejhlubší a nejvyvinutější vykazují rovněž luvické znaky. Ostatní krasová údolí jsou hlubší a se strmějšími svahy, proto na nich nenajdeme vyvinutější půdy než rendziny (příloha 17). Nejsložitější geologická situace je na jihovýchodě studovaného území. Byly zde objeveny výchozy granitických hornin a pravděpodobně metamorfované horniny s obsahem karbonátů. Zároveň zde byla identifikována jedna z mladších dunajských teras, kde matečný substrát představují nepevněné písčitojílovité sedimenty. Půda na nich není ještě natolik vyvinutá, aby mohla být řazena k půdním typům se stratigrafií A-B-C. Tuto oblast tedy tvoří mozaika půdních typů odlišného původu (příloha 17).

7.2. Chemické vlastnosti půd

Půdy ve studovaném území jsou kyselé až slabě kyselé, na sklonitějších svazích neutrální. Toto vesměs koresponduje s výsledky Šamonila (2005) z Českého krasu s tím rozdílem, že půdy krasu v okolí Svaté Heleny jsou o stupeň kyselejší, což bude způsobeno nejspíš vydatnějšími srážkami v této oblasti, a tím pádem vyšším vyluhováním. Rovněž sorpční vlastnosti jsou o stupeň méně příznivé. Sorpční kapacita je střední až vysoká (ve svazích), ostře však kontrastují výsledky stupně nasycení. Šamonil (2005) shledává všechny jím zkoumané profily v lesích Českého krasu plně nasycenými. Rovněž Kučera et al. (2014) uvádí oba jimi studované profily z okolí Svaté Heleny jako plně nasycené, zatímco podle předkládané práce jsou půdy náhorních plošin z okolí Sv. Heleny spíše slabě nasycené, půdy svahů jsou na tom o něco lépe. Tyto odlišnosti se zdají těžko vysvětlitelnými, podobné hodnoty stupně nasycení však zaznamenali i Yassoglou et al. (1997) v mediteránních půdách řeckého krasu. Přesto lze půdy v okolí Svaté Heleny z hlediska množství výměnných kationtů označit jako nadprůměrné (srov. Morel 1996). Obsah dusíku je rovněž poměrně příznivý a odpovídá

vlastnostem daných půdních typů popsaných Šamonilem (2005) v Českém krasu, obsah fosforu je spíše nižší (srov. Morel 1996), ale Šamonil (2005) uvádí ve své studii podobné hodnoty.

7.2.1. Vliv reliéfu na chemické vlastnosti půdy

Rozdíly mezi mírnými a sklonitějšími svahy způsobené mírou infiltrace i vliv svahové expozice vůči slunečnímu záření již byly diskutovány v kap. 7.1.1 a 7.1.2. Na tomto místě je třeba především zdůraznit, že vliv reliéfu na chemické vlastnosti půd se projevuje především vlivem na vegetaci, společně s významnou úlohou při rozhodování o využití půdy: obecně se orná půda nachází na nejméně sklonitém povrchu náhorních plošin, pastviny na sklonitějších svazích, strmé svahy hlubokých údolí jsou porostlé lesy a osluněné jižní svahy nad Dunajem křovinatou vegetací. Po odstranění vlivu reliéfu se nepodařilo významné odlišnosti mezi jednotlivými typy vegetačního pokryvu prokázat, na druhou stranu bez vyloučení vlivu vegetace nebylo mezi kategoriemi reliéfu také nalezeno mnoho statisticky významných rozdílů v půdních chemických vlastnostech. Tento jev způsobuje vysoká variabilita lesních forem v území a potažmo tedy lesních půd, projevuje se zde tedy i nezanedbatelný vliv vegetace.

7.2.2. Vliv způsobu využití půdy na její vlastnosti

Pro podobné studie se častěji používá území, kde je zastoupen pouze jeden půdní typ (např. Kalinina 2009, 2011, 2013, Paz-González et al. 2000, Marzaioli et al. 2011). V této práci proběhlo podrobnější mapování půdních typů až zároveň s odběrem vzorků pro analýzu chemických vlastností v souvislosti s hodnocením vlivu způsobu obhospodařování. Nicméně existují i studie, většinou právě pro krasové oblasti, kde je zastoupeno více půdních typů (např. Yassoglou et al. 1997, Zhang et al. 2007). Výsledky je pak nutné hodnotit se zřetelem na tuto skutečnost. Je zřejmé, že půdní typy se liší v chemických vlastnostech, což ovlivní výsledek srovnávací kategorií způsobu využití.

V podstatě lze říci, že ve studovaném území byly vymezeny dvě hlavní kategorie půd: půdy svahů typu rendzina (příloha 17) a půdy náhorních plošin, kde převažuje luvizem chromická různé hloubky, stupně vyluhování, oglejení i zasažení erozí, vesměs

však podobných chemických vlastností. Uvnitř těchto kategorií již srovnání možné je, zvláště protože výběr míst odběru vzorků pro analýzu byl náhodný, a měl by tedy obsahovat všechny zmíněné jevy se stejnou pravděpodobností. Z tohoto důvodu ale není možné do celkového srovnání půd podle využití zahrnout kategorii primárních křovin a suťových lesů, protože tyto porosty se nachází výhradně na mělkých půdách typu rendzin. Jinak je tomu již s porosty bučin, protože tyto se již často vyskytují na hlubších půdách, nicméně je nutné počítat s možným zahrnutím rendzin do tohoto typu využití krajiny. Podobně je tomu s loukami a pastvinami, zde je však již výskyt na rendzinách téměř zanedbatelný. Orná půda a sady nebyly na rendzinách vůbec nalezeny. Za další možné ovlivnění lokální nehomogenitou způsobenou jinými faktory než způsobem obhospodařování by mohl být považován častý výskyt sadů v krasových závvrtech (Klvač 2012, př. obrázek 16). Pouze malý počet vzorků pro sady (2) byl však odebrán v těchto terénních útvarech. Dále v nich najdeme i malá políčka (Klvač 2012, př. obrázek 17), z nichž byly odebrány rovněž 2 vzorky pro ornou půdu. Toto ovlivnění výsledků tedy můžeme považovat za zanedbatelné.



Obrázek 16. Sady v závvrtech



Obrázek 17. Orná půda v závvrtech

Zdroj (obrázek 16 i 17): vlastní foto, foceno 6. a 3. 6. 2013, Svatá Helena

Statisticky významné rozdíly v chemismu půd nejméně mezi dvěma hlavními typy využití krajiny (orná půda, louky a pastviny, sady a les) byly prokázány pouze pro sorpční kapacitu, nasycenost bázemi, obsah dusíku a oxidovatelného uhlíku. Nejvyššími hodnotami se vyznačuje les, zde je však nutné vzít v úvahu výše zmíněný výskyt jiného půdního typu v tomto typu krajinného využití. Nicméně je pravděpodobné, že hodnoty uvedených vlastností by zde byly i jinak vyšší oproti ostatním typům. Ze zemědělsky využívaných kategorií dosahují nejvyšších hodnot sady, nejnižších pak orná půda.

Korelační a regresní analýzou bylo zjištěno, že sorpční kapacitu z více než 80 % vysvětluje množství OM v půdě měřené jako obsah oxidovatelného uhlíku. Organické částice tvoří spolu s jílovými sorpční komplex, organický materiál má však mnohonásobně vyšší sorpční kapacitu než jíl (viz kap. 4.4.2). Čím větší je sorpční kapacita, tím více kationtů se zde může navázat a nasycenost je vyšší. Závislost sorpční nasycenosti na obsahu C byla rovněž prokázána. Podobné výsledky uvádí i řada jiných studií (Caravaca et al. 1999, Kalinina et al. 2011, Paz-González et al. 2000), stejně jako nízký obsah OM v orné půdě ve srovnání s krajinnými typy s jinými způsoby obhospodařování (mimo jmenované dále Zhang et al. 2007, Zhu et al. 2012). McLauchlan (2006) uvádí snížení organického C v orné půdě v průměru na 70 % jeho původní zásoby, což potvrzuje i předkládaná studie, kde obsah C v orné půdě dosahuje necelých 65 % jeho obsahu v sadech, které se pro toto srovnání jeví nejvhodnější, protože se nacházejí na podobném půdním typu, a zároveň je lze považovat za nejméně několik desítek let (pravděpodobněji vůbec) neoranou půdu. U luk a pastvin při dynamických změnách využití krajiny v území takovou jistotu nemáme.

Hospodaření na polích v okolí Svaté Heleny tedy způsobilo zhoršení vlastností obdělávané půdy skrze odběr organického materiálu při sklizni, zvýšení mineralizace orbou a vystavení povrchu erozi (více viz kap. 4.3.1). V důsledku došlo ke snížení sorpční kapacity i množství navázaných kationtů sloužících za výživu rostlinám. Pokud je část organického materiálu navracena na pole, je toto množství pravděpodobně nedostatečné, nebo po dekompozici rychle podléhá erozi (viz kap. 4.3.1).

Na orné půdě byl zjištěn i nejnižší obsah půdního dusíku, a to o 25 % ve srovnání se sady. McLauchlan (2006) pro něj uvádí v průměru 15% ztrátu při obdělávání. Zdá se tedy, že v území zkoumaném v této práci dochází k vyšším ztrátám. Nicméně na tomto místě je třeba uvést, že v sadech často probíhá pastva, která zde může obsah půdního dusíku ovlivnit. Ztráty jsou tedy pravděpodobně nižší, než se na základě tohoto srovnání jeví, ale zřejmě i tak vysoké. Oblast je srážkově bohatá a může docházet k intenzivnímu vyluhování dusičnanů i rozpuštěného organického dusíku (viz kap. 4.3.2).

Vysoký obsah půdního dusíku byl zjištěn v lesních půdách, a to i pod samotnými bučinami. Obecně je tento jev pro lesní půdy spíše neobvyklý (viz kap. 4.3.2), ale podobné výsledky uvádí i Marzaioli et al. (2011) při srovnání půdy smíšeného lesa se sady, olivovými plantážemi, vinicemi, pastvinami a ornou půdou v Itálii. V okolí Svaté Heleny je zřejmě dán specifickým prostředím krasu. Buky zde rostou na živinově bohatém substrátu a mají proto poměrně příznivé vlastnosti opadu na rozdíl od těch

rostoucích na chudých půdách (Neiryneck et al. 2000). Rozklad se navíc zrychluje přítomností vápníku (Smolík 1957).

Obsah půdního dusíku rovněž silně koreloval s obsahem uhlíku. Podle regresní analýzy jím lze vysvětlit přes 75 % variability v území, na stále obdělávané orné půdě dokonce více než 90 %. Dusík v orné půdě tedy pochází téměř výhradně z rozkladu organického materiálu. V ostatních typech krajiny je ovlivňován i dalšími faktory, například pastvou. Hospodářská zvířata totiž občas zabloudí i do lesních porostů. Z uvedeného vyplývá, že anorganická hnojiva nejsou buď vůbec používána, nebo je jejich aplikace neúčinná, například kvůli vyluhování dusičnanů, a ani množství organických nestačí doplnit zásoby dusíku odebrané při sklizni. Na závěr lze shrnout, že na rozdíl od oblastí moderního zemědělství s intenzivním hnojením anorganickými hnojivy, kde je cyklus dusíku pozměněn i na stovky let dopředu (McLauchlan 2006), je ve studovaném území obsah půdního dusíku pouze mírně snížen a po opuštění orné půdy lze očekávat jeho opětovnou akumulaci doprovázející akumulaci organického materiálu a poměrně rychlé znovunabytí původního stavu.

Podobný jev sledujeme i u celkového obsahu fosforu, pro který se statisticky významný rozdíl v půdách podle způsobu využití neprokázal, pokud ze srovnání vyloučíme primární křoviny a suťové lesy. Obvykle bývá v orných půdách až několika násobně zvýšen (Caravaca et al. 1999, Paz-González et al. 2000, Zhang et al. 2007), protože hnojení je v jeho případě efektivnější než u jiných živin (viz kap. 4.4.1). V zájmovém území je však zvýšen pouze 1,5x oproti jiným typům využití půdy (louky a pastviny, bučiny, sady). Platí zde tedy téměř totéž, co pro obsah půdního dusíku: současný způsob hospodaření sotva stačí do půdy navracet množství fosforu odebrané při sklizni. Patrně je veškerý přidaný fosfor odstraněn při následující sklizni, což můžeme usuzovat na základě skutečnosti, že odběr vzorků probíhal na počátku června, tedy nejspíš ne příliš dlouho po fertilizačních opatřeních a dlouho před sklizní, tedy v období, kdy lze předpokládat zvýšené množství fosforu v půdě. Již opuštěná orná půda zároveň vykazovala obsah fosforu mírně snížený ve srovnání s jinými typy využití krajiny. Ke ztrátám fosforu z orné půdy dochází kromě jeho odběru s organickými zbytky při sklizni v nezanedbatelné míře erozním odnosem spolu s půdními částicemi, ke kterým je silně vázán (viz kap. 4.4.1).

Při porovnání půdní reakce v závislosti na způsobu obhospodařování se prokázal statisticky významný rozdíl pouze pro pH_{H₂O} podle současného využití, tohoto ukazatele se však pro podobná srovnání používá méně, protože více podléhá sezónním

změnám (Šamonil 2005). Na konci jara, kdy proběhl odběr vzorků, vykazují přirozenější ekosystémy zvýšené hodnoty, zatímco orná půda by se měla vyznačovat již mírně sníženými, kterých dosahuje v létě (viz kap. 4.2). Aktivní půdní reakce tedy nelze ke zjišťování rozdílů mezi jednotlivými typy využití půdy s úspěchem využít. Statisticky významný rozdíl se však prokázal i pro stupeň sorpčního nasycení. Vyšší sorpční nasycení pod travními porosty (sady a louky a pastviny) než pod lesem (srovnání pouze s bučinami) souhlasí se závěry jiných autorů (Birkenland 1984, Mařan 1947). Orná půda se svým slabě nasyceným až nenasyčeným sorpčním komplexem blíží lesní půdě. Podle Tye et al. (2009) polní hospodaření půdní pH a související stupeň nasycení snižuje, pokud nejsou součástí vhodná fertilizační opatření. V zájmovém území pravděpodobně nejsou, jak již bylo nastíněno výše.

Srovnání půdy stále obhospodařované člověkem (obdělávaná orná půda, využívané louky a pastviny a sady) neodhalilo žádné statisticky významné rozdíly mezi těmito typy. Osídlení doprovázené odlesněním, které místy způsobilo silnou erozi vedoucí až k odhalení B horizontu, tedy především ovlivnilo krajinu a půdu jako celek. Následný způsob využití půdy a hospodaření měl již menší vliv. Důvodem však může být i jeho poměrně krátká doba. Řepka et al. (2014) nachází lesní druhy bylin i v nelesních biotopech, což vysvětluje právě poměrně krátkým využíváním krajiny člověkem.

7.2.3. Vliv opouštění zemědělské půdy na její vlastnosti

V rámci této práce se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly v půdním chemismu stále obdělávané a již opuštěné orné půdy. Důvodem bude nejspíš zařazení téměř výhradně ploch opuštěných teprve krátce (pravděpodobně méně než 5 let). Opuštěná orná půda nebyla v území předem zmapována, vzorky zde byly odebrány pro analýzu chemických vlastností orné půdy na základě vymezení vrstvou Machaly et al. (2014) zpracované podle snímků z roku 2009.

Přestože se statisticky významné rozdíly nepodařilo prokázat, můžeme sledovat počátek akumulace organického materiálu v půdě (C i N) doprovázené zvýšením sorpční kapacity. Tento jev pozorovala i řada dalších autorů (např. Kalinina 2011, Zhu et al. 2012). Stupeň sorpčního nasycení a zároveň půdní pH však mírně poklesly, protože obsah výměnných kationtů nestoupá stejně rychle, jako sorpční kapacita, zřejmě

v důsledku zvýšeného odběru živin vegetací. Nejvíce patrný je v případě draslíku, který bývá vázán v travním porostu (Kalinina et al. 2011, Mařan 1947). Ještě výraznější pokles sledujeme u obsahu fosforu, který zaznamenali při svých studiích i Kalinina et al. (2011, 2013). Podle výsledků předkládané práce se však nezachová zvýšený po staletí, jak tomu většinou bývá (viz kap. 4.4.1). Již v prvních letech po opuštění je jeho obsah mírně snížený ve srovnání s přirozenými ekosystémy.

Sekundární sukcese na opuštěných polích ve zkoumaném území nečelí problémům blokování sukcese kompetitivními bylinnými a travními druhy, které bývají v zemědělských krajinách běžné (Prach a Pyšek 1994, Smit a Ollf 1998). Dočasnou překážkou je zde spíše jejich nedostatek. Tuto skutečnost prokazuje i pozorování Kováře et al. (2014), podle kterého se dřeviny vyskytují více na opuštěné zemědělské půdě vypalované nebo vypásané, kde bylo těmito činnostmi zvýšeno množství živin v půdě.

8. ZÁVĚR

Půdní pokryv v okolí Svaté Heleny je značně variabilní. Byly zde nalezeny reliktní půdy typu terra fusca i recentní půdy, na jejichž formování se do značné míry podílel alochtonní materiál. Určující úlohu má vápencové podloží a krasový reliéf, včetně typického „kapsovitého“ mikroreliéfu, který plní důležitou funkci pro zachování terra fusky. Oblast je srážkově bohatá a téměř všechny půdy jsou proto odvápněné. Sklonitost ovlivňuje míru eroze i infiltrace, a tím intenzitu vyluhování a stupeň zamokření půd (Jenny 1941, Smolíková 1982a, Walker a del Moral 2003). Nejdůležitější je však vliv reliéfu prostřednictvím působení na vegetaci. Na jižně orientovaných osluněných svazích se nacházejí křovinná společenstva s vysokou produkcí biomasy a příznivými vlastnostmi opadu. Reliéf hraje důležitou roli i v rozhodování o způsobu využití půdy. Samostatné zkoumání vlivu obhospodařování je proto obtížné. Přesto v rámci této práce docházíme k několika zjištěním. Hlavním vlivem osídlení na vlastnosti půd studované oblasti je nejspíš odlesnění provázené značnou erozí, v jejímž důsledku pozorujeme na některých místech Bt horizonty při povrchu. Zorněním půdy byla eroze umocněna a dále došlo k vyčerpání živin a zhoršení sorpčních vlastností snížením obsahu organického materiálu, jehož rozdíl byl především prokázán jako statisticky významný, podobně jako obsah dusíku, který je na orné půdě rovněž nižší. Statisticky významný rozdíl v obsahu fosforu se nepodařilo prokázat, přestože v orné půdě běžně bývá několikanásobně zvýšen (Caravaca et al. 1999, Paz-González et al. 2000, Zhang et al. 2007). Lze tedy shrnout, že obděláváním půdy došlo ke zhoršení jejích vlastností z hlediska její úživnosti a možností produkce. Na druhou stranu však zdejší krajina při opouštění zemědělské půdy, ke kterému zde v současné době dochází, nečelí problémům blokování sukcese nitrofilními druhy, které jsou na bývalých zemědělských plochách běžné (Prach a Pyšek 1994, Smit a Ollf 1998), a disponuje tak vhodnějšími podmínkami pro spontánní obnovu.

9. POUŽITÁ LITERATURA

- ATALAY, I. (1997): Red Mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey. *Catena*, 28, s. 247 – 260.
- AVERY, B. W. (1985): The role of micromorphology in the study of Quaternary soil processes. In Boardman, J. [ed.]: *Soils and Quaternary landscape evolution*, John Wiley & Sons, Chichester, s. 69 – 86.
- BAZAC, G., STORIAN, R. NEAMU, G., BOGDAN, O. (1983): Factorii genetici ai climei. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 198 – 204.
- BIRKENLAND, P. W. (1984): *Soils and Geomorphology*. Oxford University Press, New York, 372 s.
- BOGDAN, O., TEODOREANU, E., NEAMU, G., ERHAN, E., APAVALOAI, M. (1983): Precipitatiile atmosferice. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 232 - 245.
- BOKHORST, M. P., VANDENBERGHE, J., SÜMEGI, P., QANCZONT, M., GERASIMENKO, N. P., MATVIISHINA, Z. N., MARKOVIČ, S. B., FRECHEN, M. (2011): Atmospheric circulation patterns in central and eastern Europe during the Weichselian Pleniglacial inferred from loess grain-size records. *Quaternary International*, 234, s. 62 – 74.
- BOSCAIU, N. (1983): Evolutia istorica a vegetatiei. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 399 - 404.
- BRONGER, A., ENSLING, J., GUETLICH, P., SPIERING, H. (1983): Moessbauer studies on the Rubefication of Terrae Rossae in Slovakia. *Clays and Clay Minerals*, 31, s. 269 – 276.

- BRONGER, A., SEDOV, S. N. (2003): Vetusols and paleosols: natural versus man-induced environmental change in the Atlantic coastal region of Morocco. *Quaternary International*, 106 – 107, s. 33 – 60.
- BRYE, K. R., NORMAN, J. M., GOWER, S. T., BUNDY, L. G. (2003): Effects of management practices on annual net N-mineralization in a restored prairie and maize agroecosystems. *Biogeochemistry*, 63, s. 135–160.
- BUČEK, A., LACINA, J. (2012): Geobiocenologická typologie krajiny. In Maděra P., Buček A., Drobilová L., Friedl M., Hurt V., Hrubý Z., Jelínek P., Klvač P., Koutecký T., Lacina J., Matula R., Řepka R., Špinlerová Z., Úradníček L., Volařík D. : *Výmladkové lesy v krajině Banátských hor*. Geobiocenologické spisy, svazek č. 14. Ústav lesnické botaniky, dendrology a geobiocenologie, Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy university v Brně. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, s. 19 – 26.
- BUGGLE, B., HAMBACH, U., GLASER, B., GERASIMENKO, N., MARKOVIČ, S., GLASER, I., ZOLLER, L. (2009): Stratigraphy, and spatial and temporal paleoclimatic trends in Southeastern/Eastern European loess–paleosol sequences, *Quaternary International*, 196, s. 86 – 106.
- BULLOCK, P. (1985): The role of micromorphology in the study of Quaternary soil processes. In Boardman, J. [ed.]: *Soils and Quaternary landscape evolution*, John Wiley & Sons, Chichester, s. 45 – 68.
- CARAVACA, F., LAX, A., ALBALADEJO, J. (1999): Organic matter, nutrient contents and cation exchange capacity in fine fractions from semiarid calcareous soils. *Geoderma*, 93, s. 161 – 176.
- CHITU, C. (1983): Particularitățile repartitiei solurilor. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 526 - 531.
- DE KOVEL, C. G. F, VAN MIERLO, A. (J.) E. M., WILMS, Y. J. O., BERENDSE, F. (2000): Carbon and nitrogen in soil and vegetation at sites differing in successional age. *Plant Ecology*, 149, s. 43 – 50.
- DEMEK, J. (1987): *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha, 487 s.
- DONITA, N. (1983a): Distribuția geografică a vegetatiei. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]:

- Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 404 – 408.
- DONITA, N. (1983b): Padurile. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 409 – 418.
- DROBILOVÁ, L. (2012): Aktuální stav vegetace. In Maděra P., Buček A., Drobilová L., Friedl M., Hurt V., Hrubý Z., Jelínek P., Klvač P., Koutecký T., Lacina J., Matula R., Řepka R., Špinlerová Z., Úradníček L., Volařík D.: *Výmladkové lesy v krajině Banátských hor*. Geobiocenologické spisy, svazek č. 14. Ústav lesnické botaniky, dendrology a geobiocenologie, Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy university v Brně. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, s. 27 – 44.
- DUCHAUFOR, P. (1997): *Abrégé de pedologie: Sol, végétation, environnement*. Masson, Paris, 291 s.
- FEDOROFF, N. (1997): Clay illuviation in Red Mediterranean soils. *Catena*, 28, s. 171 – 189.
- FITZSIMMONS, K. A., MARKOVIČ, S. B., HAMBACH, U. (2012): Pleistocene environmental dynamics recorded in the loess of the middle and lower Danube basin, *Quaternary Science Reviews*, 41, s. 104 – 118.
- FLOREA, N., BUZA, M., MUICA, N., ILIE, I. D., CHITU, C., GEANANA, M., SULTANA, V., BARBU, N. (1983): Caracterizarea principalelor soluri. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 505 - 525.
- GRIGORE, M., SENCU, V. (1987): Defileul Dunarii. In Badea L., Bogdan O., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Niculescu G., Oancea D., Pana I., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei III: Carpatii Romanesti si Depresiunea Transilvaniei*. Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 406 - 412.
- HAGEN-THORN, B., CALLESEN, I., ARMOLAITIS, K., NIHLGARD, B. (2004): The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195, s. 373 – 384.

- ICHIM, I., BADEA, L., SANDU, M., GRIGORE, M., POPESCU, N., POSEA, G., IELENICZ M. (1983): Evolutia paleogeografica si trasaturile morfostructurale. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 73 - 99.
- IRIMUS, I. A., RUS, I., ONCU, M. (2008): Geomorphic Conditionalities in Pedogenesis: GIS Applications (Muntii Padurea Craiului). *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Series Geographica*, 53-1, s. 3-12.
- JENNY, H. (1941): *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. McGraw-Hill, New York, 272 s.
- KALININA, O., GORYACHKIN, S.V., KARAVAEVA, N.A., LYURI, D.I., NAJDENKO, L., GIAN, I.L. (2009): Self-restoration of post-agrogenic sandy soils in the southern Taiga of Russia: soil development, nutrient status, and carbon dynamics. *Geoderma*, 152, s. 35– 42.
- KALININA, O., KRAUSE, S. E., GORYACHKIN, S.V., KARAVAEVA, N.A., LYURI, D.I., GIANI, L. (2011): Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools. *Geoderma*, 162, s. 196 –206.
- KALININA, O., CHERTOV, O., DOLGIKH, A. V., GORYACHKIN, S. V., LYURI, D. I., VORMSTEIN, S., GIANI, L. (2013): Self-restoration of post-agrogenic Albeluvisols: Soil development, carbon stocks and dynamics of carbon pools. *Geoderma*, 207 – 208, s. 221 – 223.
- KLVAČ, P. (2012): Historie a současnost českého osídlení. In Maděra P., Buček A., Drobilová L., Friedl M., Hurt V., Hrubý Z., Jelínek P., Klvač P., Koutecký T., Lacina J., Matula R., Řepka R., Špinlerová Z., Úradníček L., Volařík D.: *Výmladkové lesy v krajině Banátských hor*. Geobiocenologické spisy, svazek č. 14. Ústav lesnické botaniky, dendrology a geobiocenologie, Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy university v Brně. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, s. 13 – 18.
- KOVÁŘ, P., VESELÝ, A., VOJTA, J., WIESNER, P., DRHOVSKÁ, L. (2014): Consequences of arable land abandonment for the diversity of plant communities. In Maděra P., Kovář P., Romportl D., Buček A., Boček S., Brestovanský J., Chuman T., Čermák J., Černušáková L., Dreslerová J., Drhovská L., Dundek P., Fanta V., Friedl M., Hamanová M., Havlíček M., Holík L., Honzová M., Hrubý Z., Klárová M.,

- Klimánek M., Klvač P., Koutecký T., Kučera A., Lacina J., Machala M., Marosz K., Matula R., Mikita T., Pákozdióvá M., Pech P., Poubová A., Rákosníková A., Ružbatský V., Řepka R., Skokanová H., Stejskal R., Šantrůčková M., Šebesta J., Šenfeldr M., Trnka F., Úředníček L., Veselý A., Vojta J., Volařík D., Wiesner P.: *Czech villages in Romanian Banat: landscape, nature and culture*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, s. 164 – 175.
- KRÁL, V. (1999): *Fyzická geografie Evropy*. Academia, Praha, 348 s.
- KUČERA, A., HOLÍK, L., DUNDEK, P., MAROSZ, K. (2014): Geology and soils. In Maděra P., Kovář P., Romportl D., Buček A., Boček S., Brestovanský J., Chuman T., Čermák J., Černušáková L., Dreslerová J., Drhovská L., Dundek P., Fanta V., Friedl M., Hamanová M., Havlíček M., Holík L., Honzová M., Hrubý Z., Klárová M., Klimánek M., Klvač P., Koutecký T., Kučera A., Lacina J., Machala M., Marosz K., Matula R., Mikita T., Pákozdióvá M., Pech P., Poubová A., Rákosníková A., Ružbatský V., Řepka R., Skokanová H., Stejskal R., Šantrůčková M., Šebesta J., Šenfeldr M., Trnka F., Úředníček L., Veselý A., Vojta J., Volařík D., Wiesner P.: *Czech villages in Romanian Banat: landscape, nature and culture*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, s. 17 – 32.
- KÜFMANN, C. (2003): Soil types and eolian dust in high-mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). *Catena*, 53, s. 211 – 227.
- LEOPOLD, M., VÖLKEL, J. (2007): Quantifying prehistoric soil erosion: A Review of soil loss methods and their application to a celtic square enclosure (Viereckschanze) in Southern Germany. *Geoarchaeology: An International Journal*, 22, s. 873 – 889.
- MADĚRA, P., BUČEK, A., DROBILOVÁ, L., FRIEDL, M., HURT, V., HRUBÝ, Z., JELÍNEK, P., KLVAČ, P., KOUTECKÝ, T., LACINA, J., MATULA, R., ŘEPKA, R., ŠPINLEROVÁ, Z., ÚRADNÍČEK, L., VOLAŘÍK, D. (2012): *Výmladkové lesy v krajině Banátských hor*. Geobiocenologické spisy, svazek č. 14. Ústav lesnické botaniky, dendrology a geobiocenologie, Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy university v Brně. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 136 s.
- MARKOVIČ, S. B., BOKHORST, M., VANDENBERGHE, J., MCCOY, W. D., OCHES, E. A., HAMBACH, U., GAUDENYI, T., JOVANOVIČ, M., ZOLLER, L., STEVENS, T., MACHALETT, B. (2008): Late Pleistocene loess–paleosol sequences in the Vojvodina region, North Serbia. *Journal of Quaternary Science*, 2, s. 73 – 84.

- MARZAIOLI, R., D'ASCOLI, R., DE PASCALE, R. A., RUTIGLIANO, F. A. (2010): Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology*, 44, s. 205 – 212.
- MAŘAN, B. (1947): *Vliv porostů a reliéfu na rendziny Karlštejska*. Sborník výzkumných ústavů lesnických, Ministerstvo zemědělství, Praha, 152 s.
- McLAUCHLAN, K. (2006): The nature and longevity of agricultural impacts on soil carbon and nutrients: A Review. *Ecosystems*, 9, s. 1364 – 1382.
- MEYER, R. (1987): *Paléoaaltérites et paléosols : L'empreinte du continent dans les séries sédimentaires*. BRGM, Orléans, 163 s.
- MIHAI, E. (1983): Temperatura aerului. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 205 - 217.
- MORAVEC, J. (1969): Succession of plant communities and soil development. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 4, s. 133-164.
- MORAVEC, J. (1994): *Fytocenologie*. Academia, Praha, 403 s.
- MOREL, R. (1996): *Les sols cultivés*. 2. vydání, Technique & Documentation, Paris, 389 s.
- NEAMU, G. (1983): Topoclimatele de dealuri si podisuri. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 285 - 286.
- NEIRYNCK, J., MIRTICHEVA, S., SIOEN, G., LUST, N. (2000): *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy topsoil. *Forest Ecology Management*, 133, s. 275 – 286.
- NĚMEČEK, J., MÜHLHANSELOVÁ, M., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P. (2011): *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. vydání, Česká zemědělská univerzita, Praha, 94 s.
- NĚMEČEK, J., SMOLÍKOVÁ, L., KUTÍLEK, M. (1990): *Pedologie a paleopedologie*, Academia, Praha, 546 s.

- PAPINI, R., VALBOA, G., FAVILLI, F., L'ABATE, G. (2011): Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, s. 68 – 79.
- PAZ-GONZÁLEZ, A., VIERA, S. R., TABOADA CASTRO, Mp. T. (2000): The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. *Geoderma*, 97, s. 273 – 272.
- POTTER, K. N., TORBERT, H. A., JOHNSON, H. B., TISCHLER, C. R. (1999): Carbon storage after long-term grass establishment on degraded soils. *Soil Science*, 164, s. 718 – 25.
- PRACH, K., PYŠEK, P. (1994): Spontaneous establishment of woody plants in central european derelict sites and their potential for reclamation. *Restoration Ecology*, 2, s. 190 -197.
- PRIORI, S., CONSTANTINI, E. A. C., CAPEZZUALI, E., PROTANO, G., HILGER, A., SAUER, D., SANDRELLI, F. (2008): Pedostratigraphy of Terra Rossa and Quaternary geological evolution of a lacustrine plateau in central Italy. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171, s. 509 – 523.
- RAULUND-RASMUSSEN, K., VEJRE, H. (1995): Effect of tree species and soil properties on nutrient-immobilization in the forest floor. *Plant and Soil*, 168-169, s. 345 – 352.
- ROMPORTL, D., CHUMAN, T. (2007): Proposed method of landscape typology in the Czech Republic. *Journal of Landscape Ecology*, CZ-IALE, Brno, 0., s. 119-124.
- ŘEPKA, R., MADĚRA, P., HRUBÝ, Z., KOUTECKÝ, T. (2014): Floristic characterisation of biotope types. In Maděra P., Kovář P., Romportl D., Buček A., Boček S., Brestovanský J., Chuman T., Čermák J., Černušáková L., Dreslerová J., Drhovská L., Dundek P., Fanta V., Friedl M., Hamanová M., Havlíček M., Holík L., Honzová M., Hrubý Z., Klárová M., Klimánek M., Klvač P., Koutecký T., Kučera A., Lacina J., Machala M., Marosz K., Matula R., Mikita T., Pákozdiová M., Pech P., Poubová A., Rákosníková A., Ružbatský V., Řepka R., Skokanová H., Stejskal R., Šantrůčková M., Šebesta J., Šenfěldr M., Trnka F., Úředníček L., Veselý A., Vojta J., Volařík D., Wiesner P.: *Czech villages in Romanian Banat: landscape, nature and culture*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, s. 113 – 143.
- SÁDLO J., TICHÝ L. (2002): *Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě: Tržné rány v krajině a jak je léčit*. ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády, Brno, 36 s.

- SALOMON, J. N. (2006): *Précis de Karstologie*. 2. Vydání, Presses Universitaires de Bordeaux, Bordeaux, 289 s.
- SENCU, V., IORDAN, I. (1987): Muntii Locvei. In Badea L., Bogdan O., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Niculescu G., Oancea D., Pana I., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei III: Carpatii Romanesti si Depresiunea Transilvaniei*. Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 403 – 406.
- SCHWERTMANN, U., MURAD, E., SCHULZE, D. G. (1982): Is there Holocene hematite formation in soils under humid temperate climate? *Geoderma*, 27, s. 209 - 223.
- SCHULP, C. J. E., VELDKAMP, A. (2008): Long-term landscape – land use interactions as explaining factor for soil organic matter variability in Dutch agricultural landscapes. *Geoderma*, 146, s. 457 – 465.
- SMIT, R., OLLF, H. (1998): Woody species colonisation in relation to habitat productivity. *Plant Ecology*, 139, s. 203 – 209.
- SMOLÍK, L. (1957): *Pedologie*. SNTL, Praha, 400 s.
- SMOLÍKOVÁ, L. (1982a): *Pedologie I*. SPN, Praha, 129 s.
- SMOLÍKOVÁ, L. (1982b): *Pedologie II*. SPN, Praha, 294 s.
- ŠAMONIL, P. (2005): *Typologie lesů Českého krasu ve vztahu k půdní diverzitě*. Jan Farkač, Praha, 112 s.
- ŠUŠTERŠIČ, F., REJŠEK, K., MIŠIČ, M., EICHLER, F. (2009): The role of loamy sediment (terra rossa) in the context of steady state karst surface lowering. *Geomorphology*, 106, s. 35 – 45.
- TOMÁŠEK, M. (2007): *Půdy České republiky*. 4. vydání, Česká geologická služba, Praha, 68 s.
- TORRENT, J. (1997): Interactions between phosphate and iron oxide. In Auerswald K., Stanjek H., Bigham J. M. [eds.]: *Soils and Environment: soil processes from mineral to landscape scale (Advances in geoecology 30)*, s. 321 – 339.
- TORRENT, J., FECHTER, H., ALFEREZ, F. (1983): Quantitative relationships between soil color and hematite content. *Soil Science*, 136, s. 354 – 358.
- TYE, A. M., KEMP, S. J., POULTON, P. R. (2009): Responses of soil clay mineralogy in the Rothamsted Classical Experiments in relation to management practice and changing land use. *Geoderma*, 153, s. 136 – 146.

- VALLA, M., KOZÁK, J., NĚMEČEK, J., MATULA, S., BORŮVKA, L., DRÁBEK, O. (2002): *Pedologické praktikum*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 151 s.
- VELCEA, V. (1983): Carpatii Occidentali. In Badea L., Buga D., Cioflica G., Cucu V., Donisa I., Gastescu P., Iordan I., Morariu T., Niculescu G., Oancea D., Pisota I., Posea G., Savu A., Sencu V., Sandru I., Velcea V. [eds.]: *Geografia Romaniei I.: Geografia Fizica*, Editura Academiei Republicii socialiste Romania, Bucuresti, s. 611 – 615.
- VOPRAVIL, J. (2009): *Půda a její hodnocení v ČR, Díl I*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 148 s.
- VOPRAVIL, J. (2011): *Půda a její hodnocení v ČR, Díl II*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 156 s.
- WALKER, L. R., DEL MORAL, R. (2003): *Primary succession and ecosystem rehabilitation*. Cambridge University Press, Cambridge, 442 s.
- YASSOGLOU, N., KOSMAS, C., MOUSTACAS, N. (1997): The red soils, their origin, properties, use and management in Greece. *Catena*, 28, s. 261 – 278.
- ZACHAR, D. [ed.] (1973): *Výskum zalesňovania spostnutých pod v Slovenskom krase*. Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen, 163 s.
- ZHANG, W., CHEN, H., WANG, K., SU, Y., ZHANG, J., YI, A. (2007): The heterogeneity and its influencing factors of soil nutrients in peak-cluster depression areas of karst region. *Agricultural Sciences in China*, 6, s. 322 – 329.
- ZHU, H., HE, X., WANG, K., SU, Y., WU, J. (2012): Interactions of vegetation succession, soil bio-chemical properties and microbial communities in a karst ecosystem. *European Journal of Soil Biology*, 51, s. 1 – 7.

Datové zdroje:

FLOREA, N., BĂLĂCEANU, V., MUNTEANU, I., ASVADUROV, H., CONEA, A., OANCEA, C., CERNESCU, N., POPOVĂT, M. [eds.] (1993): *Soil Map of Romania, scale 1 : 200 000*, Bucuresti, Inst.Geologic, 50 listů.

MACHALA, M., HONZOVÁ, M., MIKITA, T., KLIMÁNEK, M. (2014): Geoinformation support of land use/land cover mapping. In Maděra P., Kovář P., Romportl D., Buček A., Boček S., Brestovanský J., Chuman T., Čermák J., Černušáková L., Dreslerová J., Drhovská L., Dundek P., Fanta V., Friedl M., Hamanová M., Havlíček M., Holík L., Honzová M., Hrubý Z., Klárová M., Klimánek M., Klvač P., Koutecký T., Kučera A., Lacina J., Machala M., Marosz K., Matula R., Mikita T., Pákozdióvá M., Pech P., Poubová A., Rákosníková A., Ružbatský V., Řepka R., Skokanová H., Stejskal R., Šantrůčková M., Šebesta J., Šenfeldr M., Trnka F., Úředníček L., Veselý A., Vojta J., Volařík D., Wiesner P.: *Czech villages in Romanian Banat: landscape, nature and culture*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, s. 98 – 112.

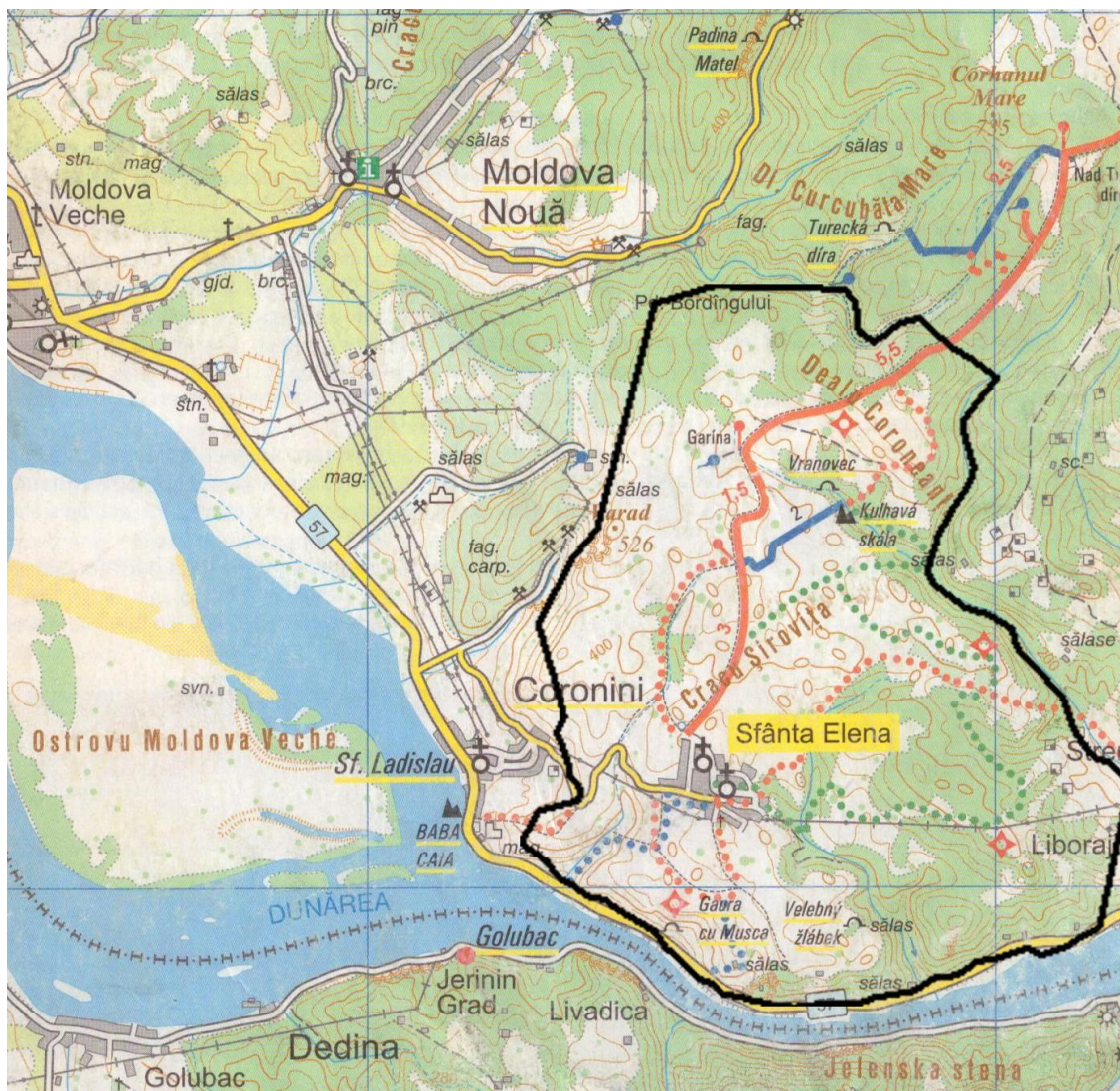
Zdroje obrázků:

Mapy google. <https://www.google.cz/maps>

Klub Českých turistů (2009): Banát, turistická mapa 1 : 100 000, 3. vydání, TRASA spol. s r. o., Praha.

10. PŘÍLOHY

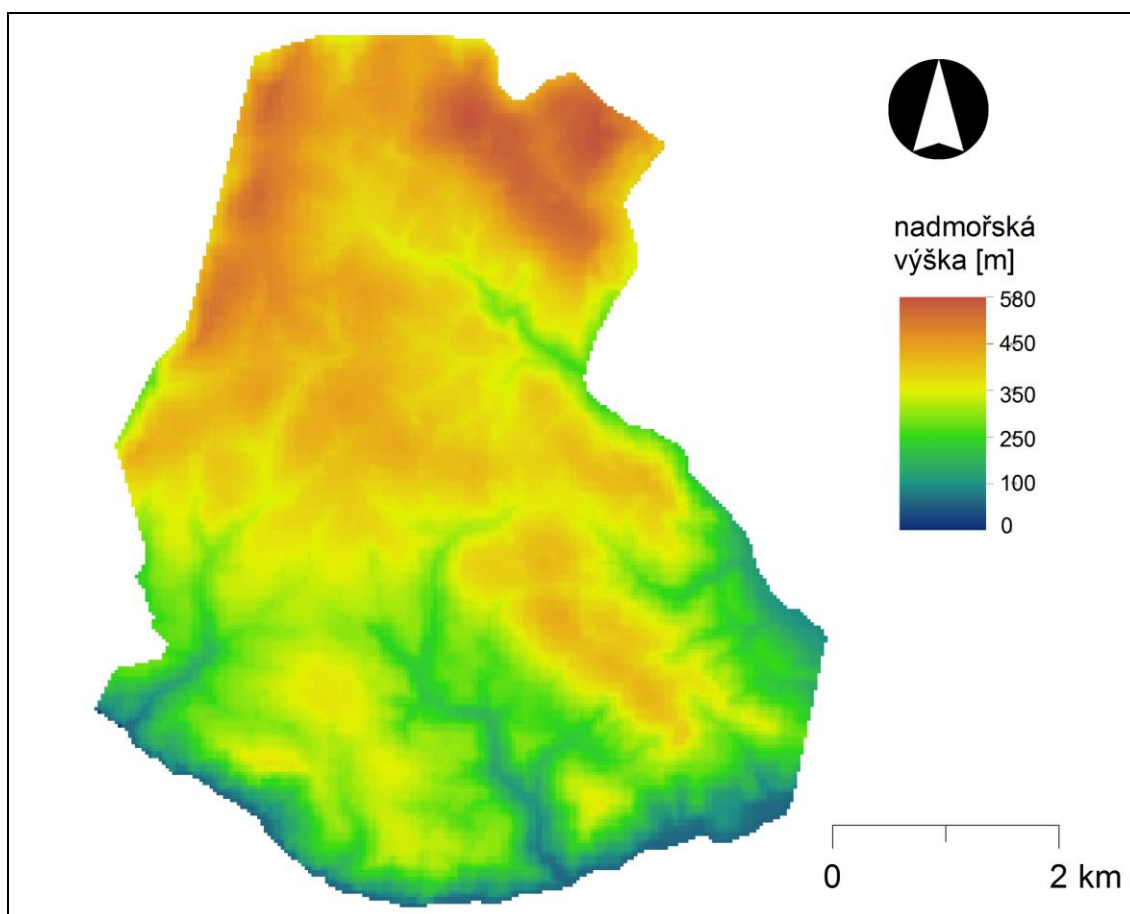
Příloha 1. Přehledová mapka zájmového území



— hranice zájmového území

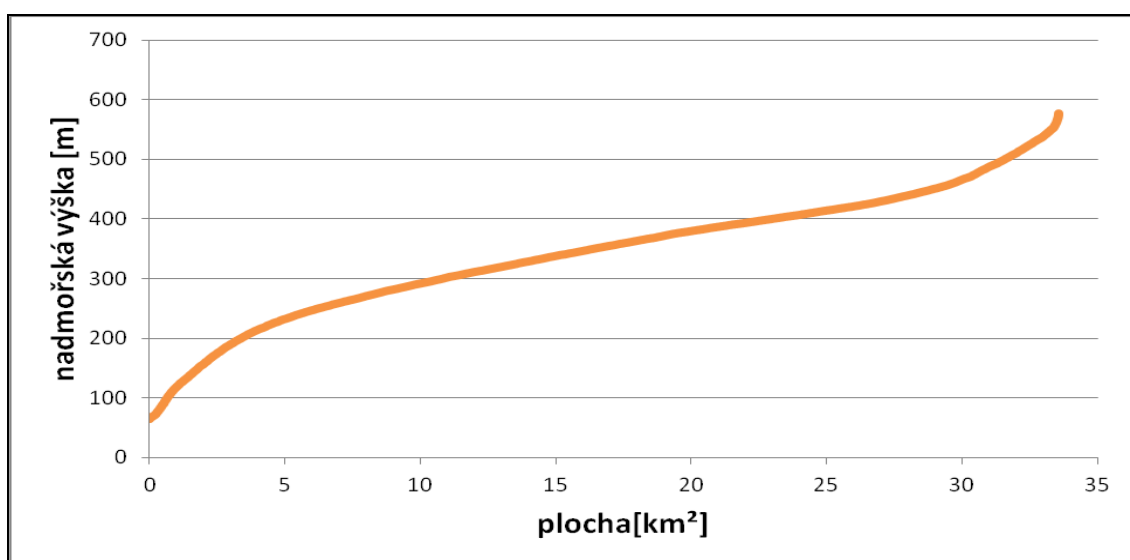
Zdroj: upraveno podle Klubu Českých turistů (2009)

Příloha 2. Reliéf okolí Svaté Heleny (zájmové území)



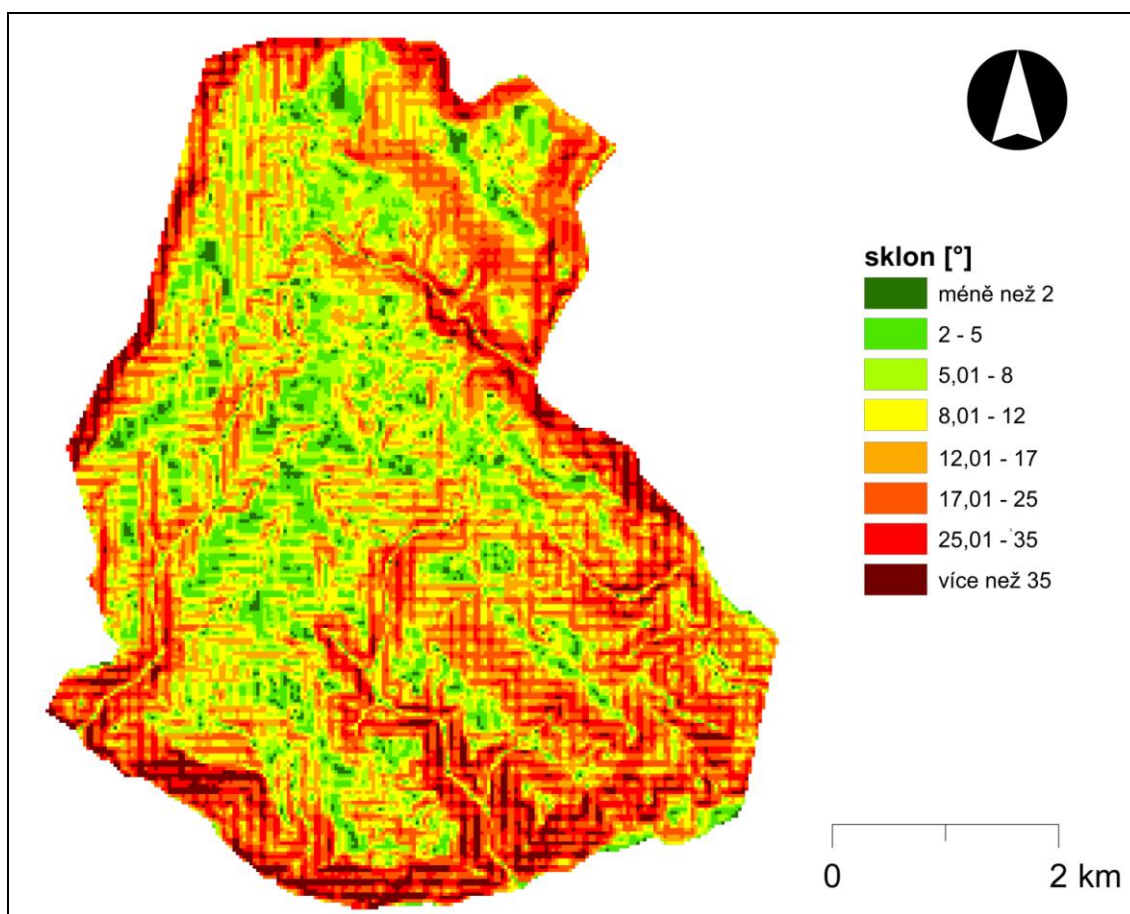
Zdroj: vlastní zpracování na základě DTM_30 m

Příloha 3. Histogram nadmořské výšky, Svatá Helena (zájmové území)



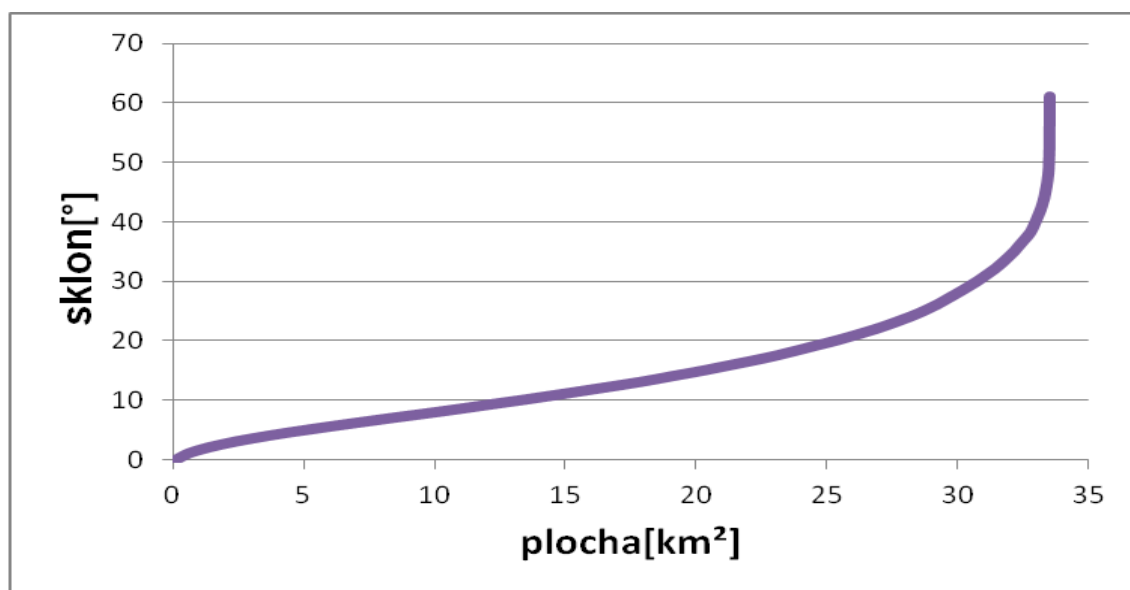
Zdroj: vlastní zpracování na základě DTM_30 m

Příloha 4. Sklonitost reliéfu okolí Svaté Heleny (zájmové území)



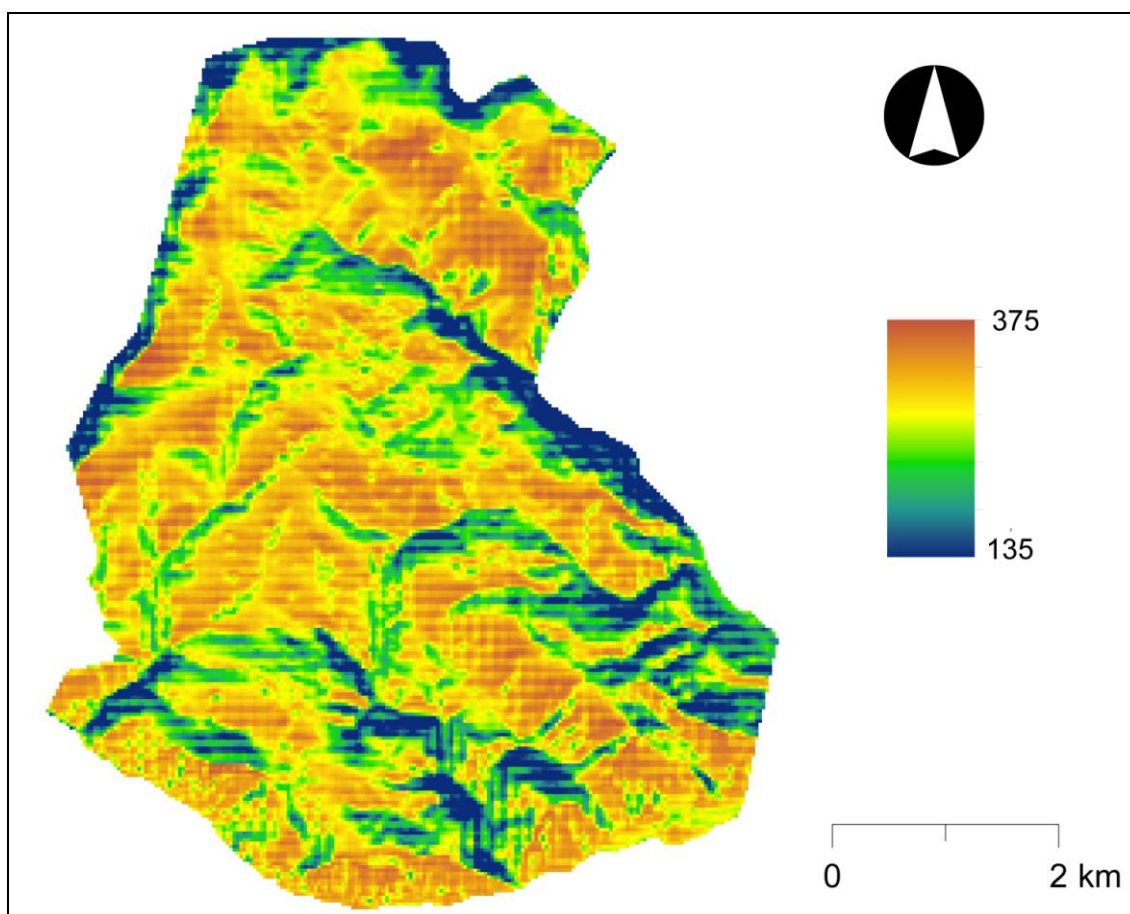
Zdroj: vlastní zpracování na základě DTM_30 m

Příloha 5. Histogram sklonu terénu, Svatá Helena (zájmového území)



Zdroj: vlastní zpracování na základě DTM_30 m

Příloha 6. Roční úhrn dopadajícího slunečního záření v kJ na m² za s (zájmové území)



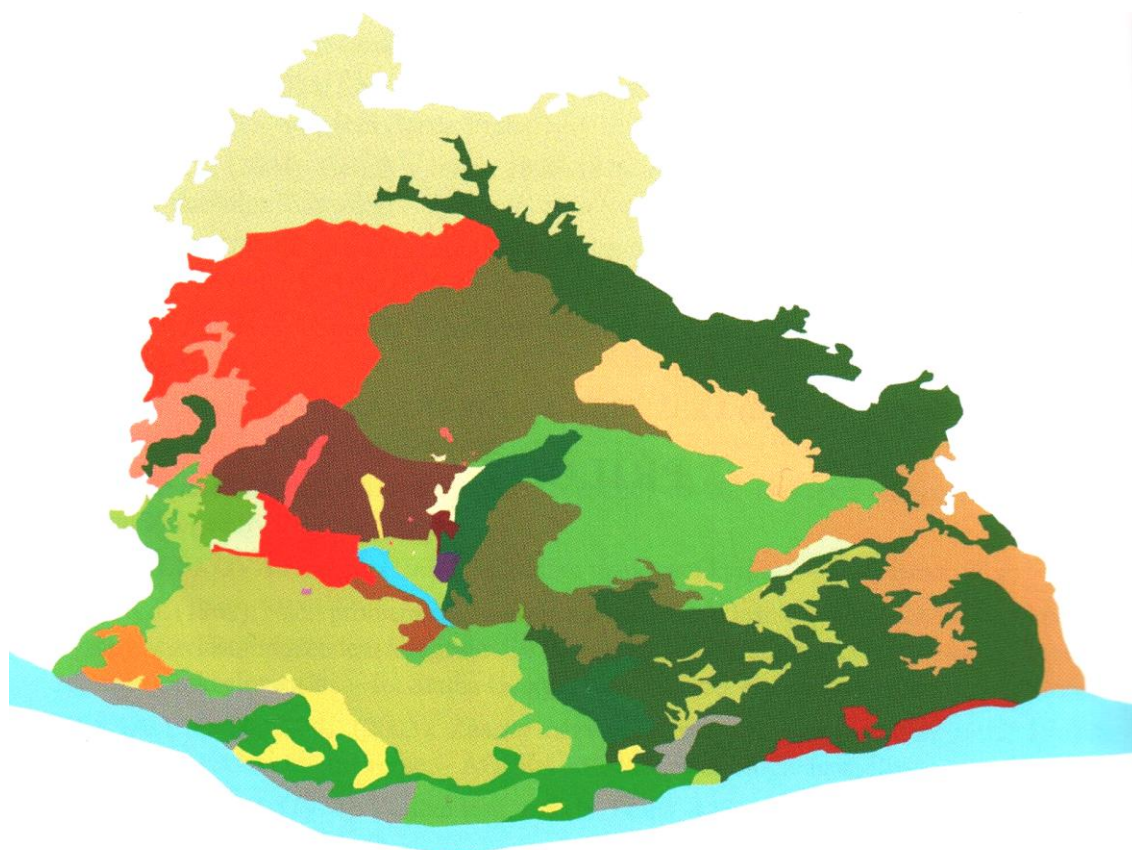
Zdroj: vlastní zpracování na základě DTM_30 m

Příloha 7. Polní práce ve Svaté Heleně



Zdroj: vlastní foto, foceno 6. 6. 2013, Svatá Helena

Příloha 8. Vegetace v okolí Svaté Heleny



Typy biotopů

111_LO_1
114_VO_7
121_MT_3
124_RU_MT
12_SE_1
139_RU_1
31_MT_1
31_XT_3
32_MT_1
42_1_MT_1
42_1_XT_2

42_2_MT_1
42_2_MT_3
51_BU_4
51_CD_1
51_DH_1
51_SU_1
57_KR_1
58_KR_1
62_2_MT_1
62_3_XT_2
63_3_DH_1

63_4_KU_4
81_SP_1
LE_KR_LO
LO_PA_RD
LO_PA_SA
LO_PA_PO_RD
LO_PO_RD
PA_REM_PO_JS
PO_LAB_LO
PO_LO_RD

111_LO_1 potoční niva
114_VO_7 vodní plochy (Dunaj)
57_KR_1 primární křoviny
51_BU_4 bučiny
51_CD_1 cedrové doubravy
51_DH_1 dubohabrové pařeziny
51_SU_1 suťové lesy
81_SP_1 skály

31_MT_1 sady mezofilní
32_MT_1 sady mezofilní
31_XT_3 sady subxerofilní
42_MT(vše) louky a pastviny mezofilní
42_1_XT_2 louky a pastviny subxerofilní
62_2_MT_1 lada s dřevinami
62_3_XT_2 lada s dřevinami ruderalizovaná

Pozn. uvedeny jsou pouze nejvýznamnější typy; bezčíslné zkratky v posledním sloupci legendy představují mozaiky luk, pastvin, polí, sadů a rozptýlených dřevin.

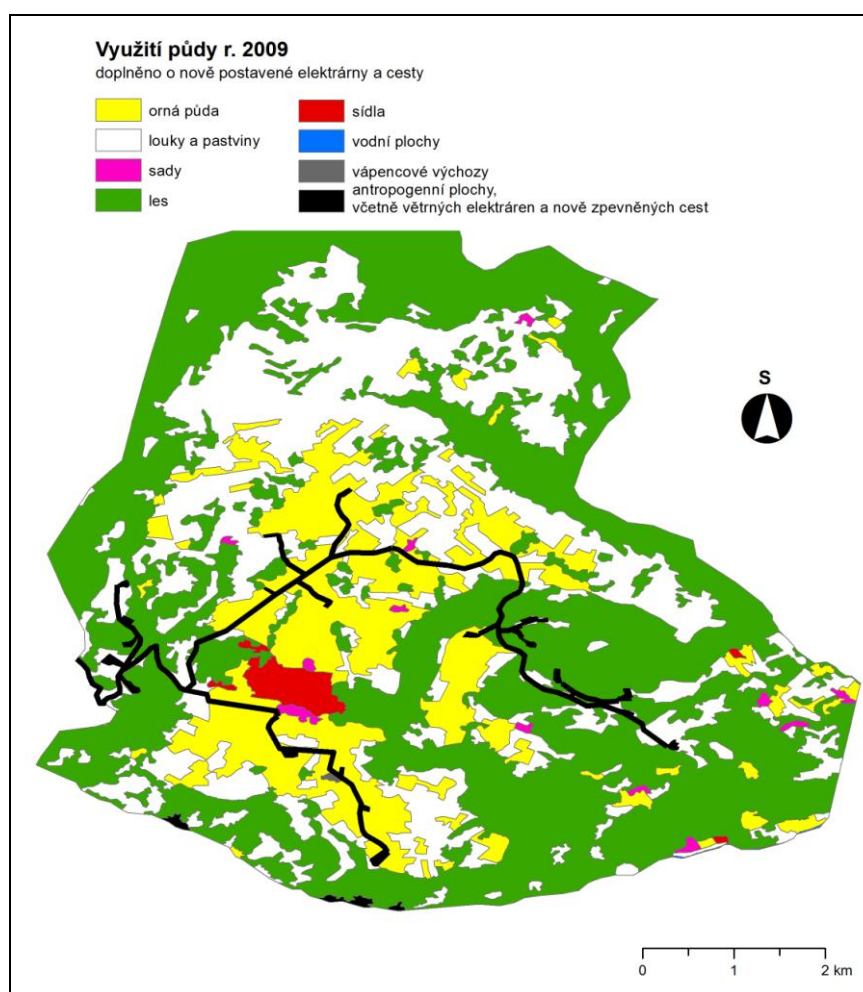
Zdroj: Drobilová (2012)

Příloha 9. Větrné elektrárny nad Svatou Helenou



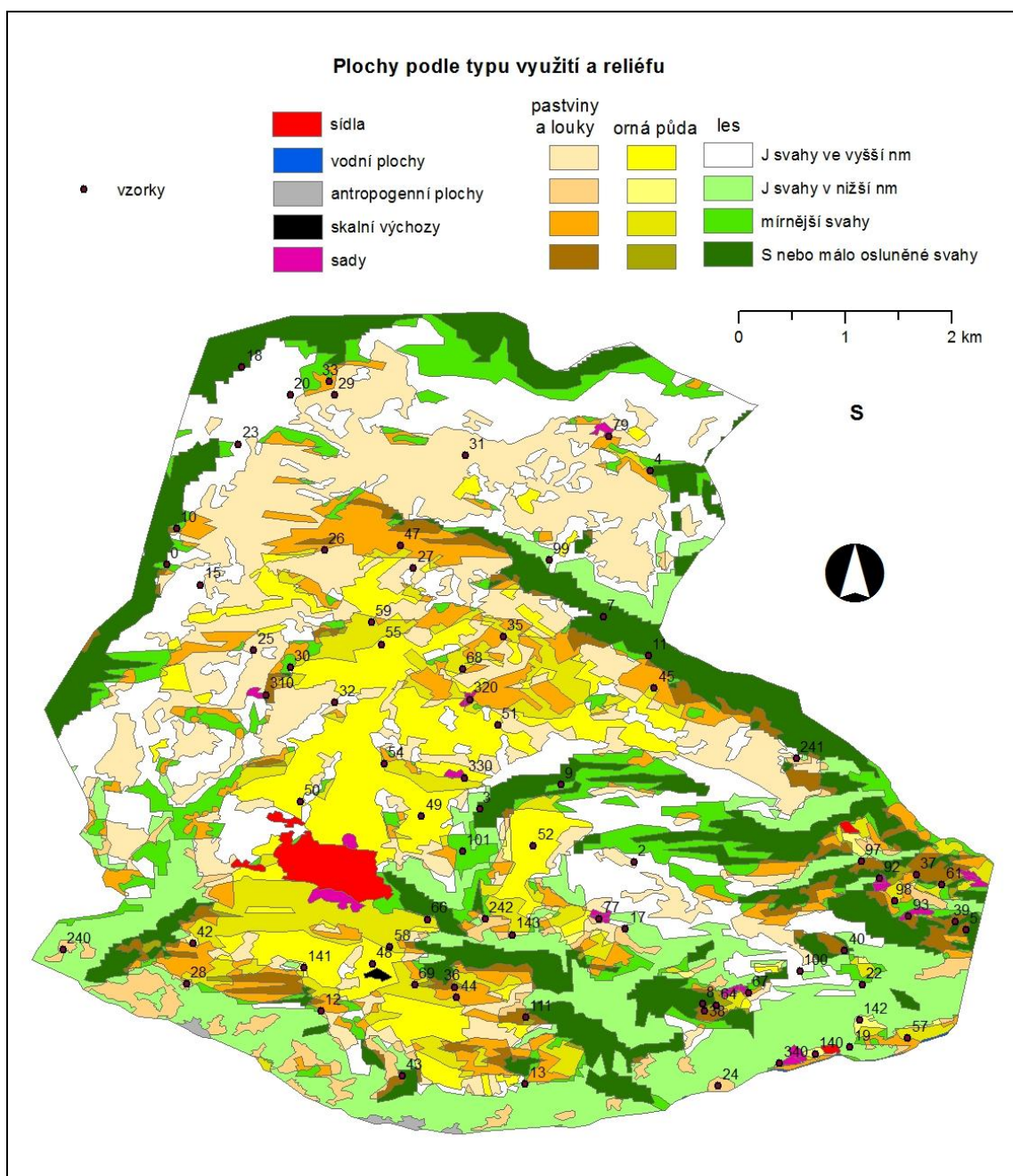
Zdroj: vlastní foto, foceno 6. 6. 2013, Svatá Helena

Příloha 10. Přehled větrných elektráren a cest zbudovaných r. 2012



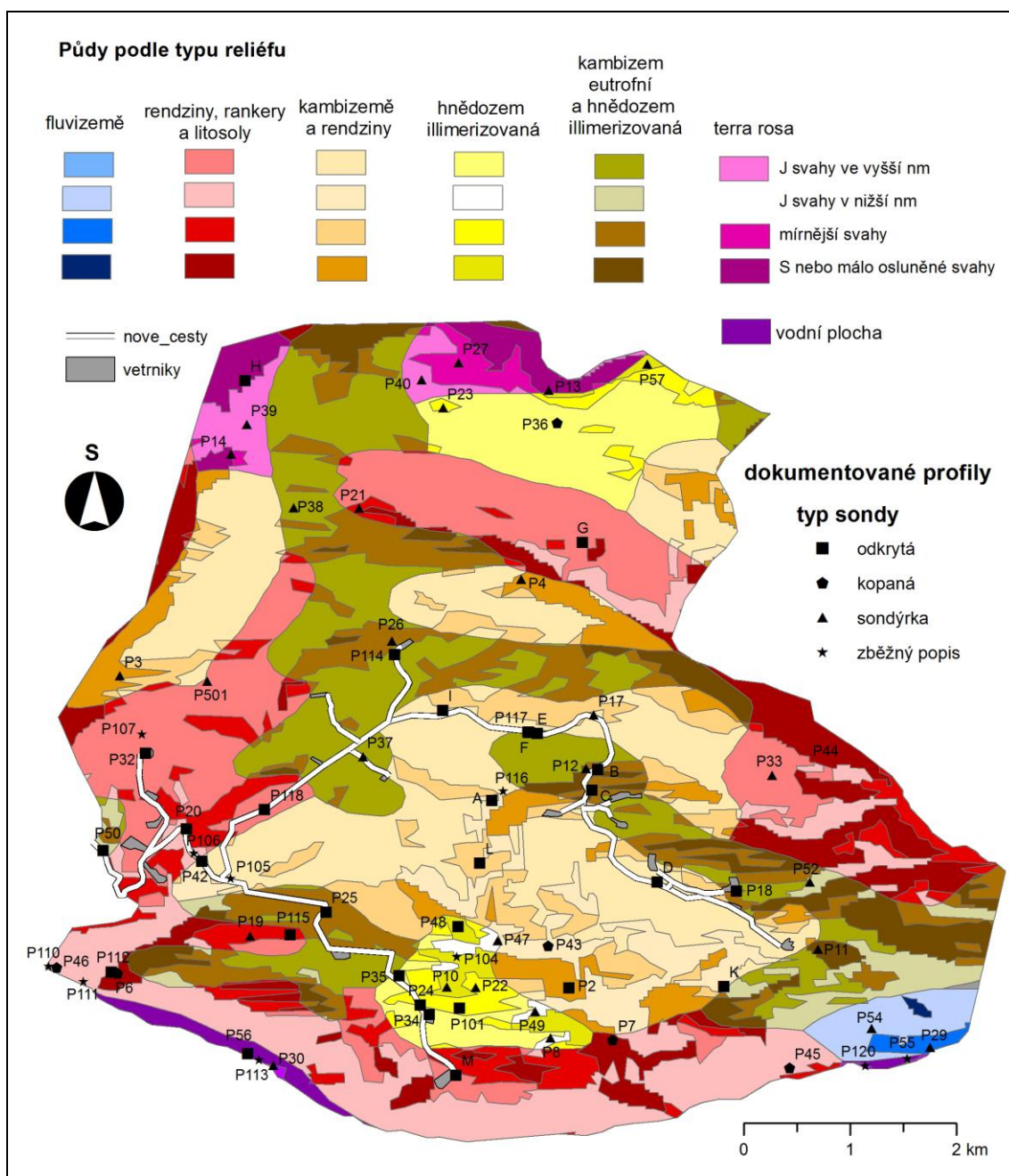
Zdroj: Machala et al. (2014), vlastní šetření

Příloha 11. Přehled rozmístění půdních vzorků



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 12. Přehled popsanych půdních profilů



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 13. Korelace měřených chemických vlastností (Spearman)

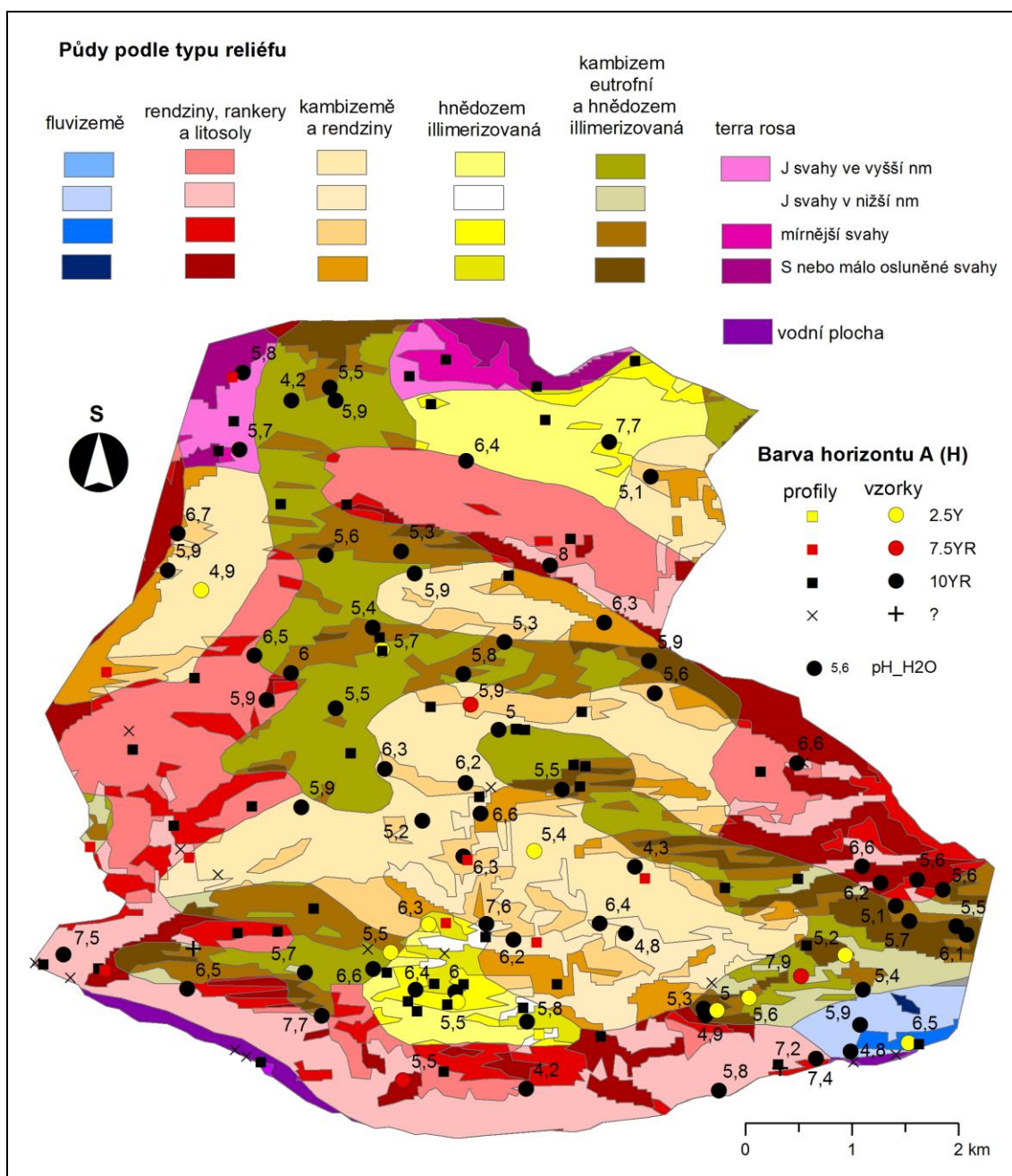
	pH_CaCl2	T_CEC	S	Ca	Mg	K	P	Ntot	Cox	CN
pH_CaCl2		0,64		0,87	0,70	0,48	0,35	0,49	0,54	
T_CEC	0,64		0,86	0,83	0,51	0,45	0,33	0,77	0,86	0,56
S		0,86		0,92	0,67	0,48	0,37	0,67	0,74	0,40
Ca	0,87	0,83	0,92		0,69	0,39	0,27	0,62	0,69	0,37
Mg	0,70	0,51	0,67	0,69		0,39	0,29	0,48	0,46	
K	0,48	0,45	0,48	0,39	0,39		0,39	0,38	0,42	
P	0,35	0,33	0,37	0,27	0,29	0,39		0,53	0,46	
Ntot	0,49	0,77	0,67	0,62	0,48	0,43	0,53		0,90	
Cox	0,54	0,86	0,74	0,69	0,46	0,46	0,46	0,90		
CN		0,56	0,40	0,37						

Pozn. uvedeny jsou pouze korelace signifikantní na 5% hladině významnosti

Příloha 14. Aproximace obsahu hematitu

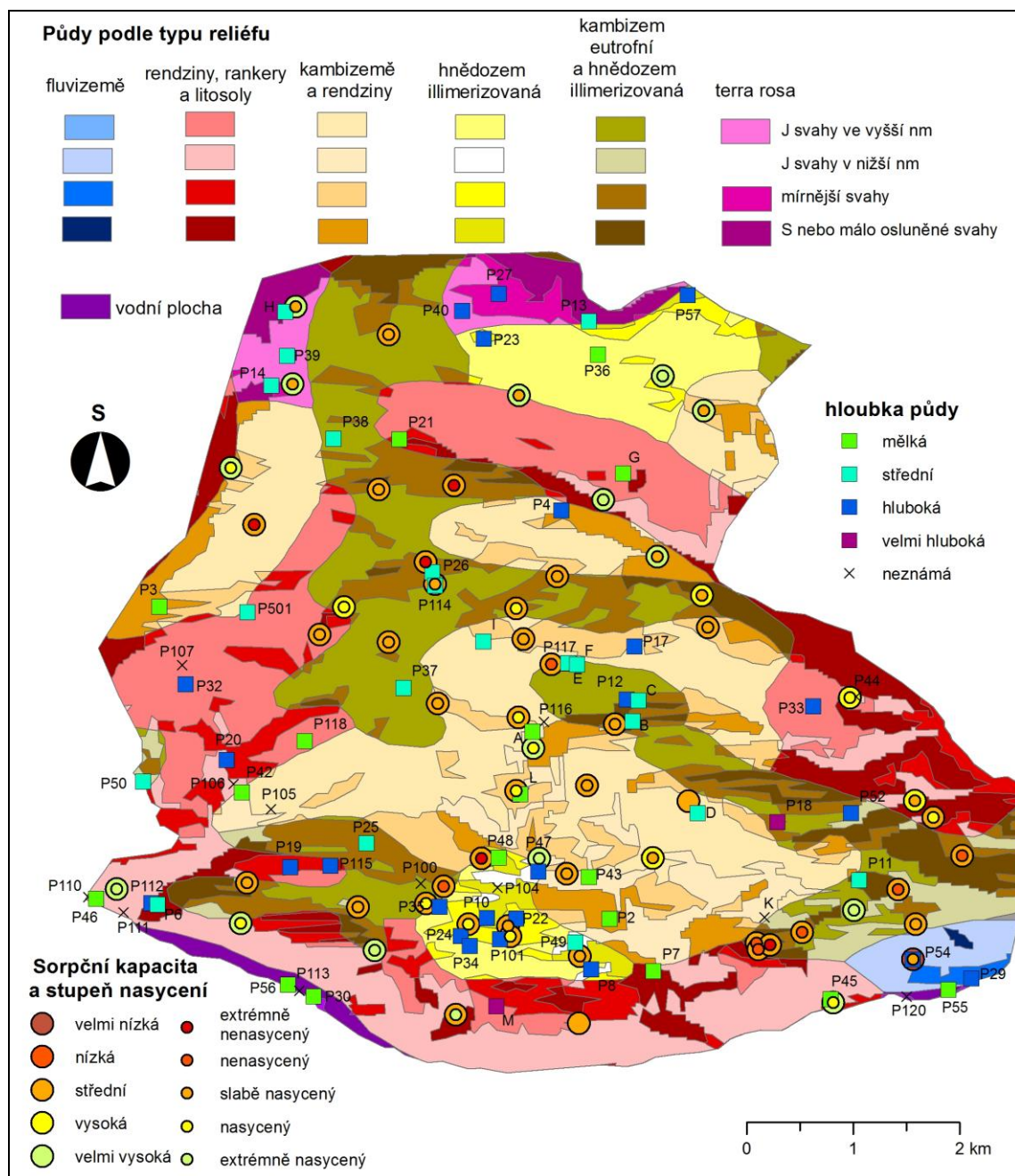
Profil	Barva_Munsell				
kód	H	C	V	RR	hematit [%]
P40	7,5	6	4	3,75	1,48
P11	7,5	6	4	3,75	1,48
P52	7,5	6	4	3,75	1,48
P18	7,5	6	4	3,75	1,48
P49	7,5	6	5	3,00	1,19
P42	7,5	6	5	3,00	1,19
P14	7,5	3	3	2,50	1,00
P36	7,5	3	3	2,50	1,00
P32	7,5	4	4	2,50	1,00
P3	7,5	4	4	2,50	1,00
P118	7,5	4	4	2,50	1,00
D	7,5	4	4	2,50	1,00
J	7,5	4	4	2,50	1,00
P20	7,5	3	4	1,88	0,76
P25	7,5	4	6	1,67	0,68
C	10	3	4	0,00	0,04
P33	10	4	4	0,00	0,04
P26	10	4	4	0,00	0,04
P37	10	4	4	0,00	0,04
P115	10	4	4	0,00	0,04
P12	10	4	4	0,00	0,04
E	10	4	4	0,00	0,04
P35	10	4	4	0,00	0,04
P39	10	6	6	0,00	0,04
P23	10	6	6	0,00	0,04
P27	10	6	6	0,00	0,04
P13	10	6	6	0,00	0,04
P57	10	6	6	0,00	0,04
P19	10	6	6	0,00	0,04
B	10	6	6	0,00	0,04
P10	10	6	6	0,00	0,04
I	10	6	6	0,00	0,04
P22	10	6	6	0,00	0,04
P38	10	6	6	0,00	0,04
P8	10	8	8	0,00	0,04
F	10	4	4	0,00	0,04

Příloha 15. Barva humusových horizontů a jejich aktivní reakce



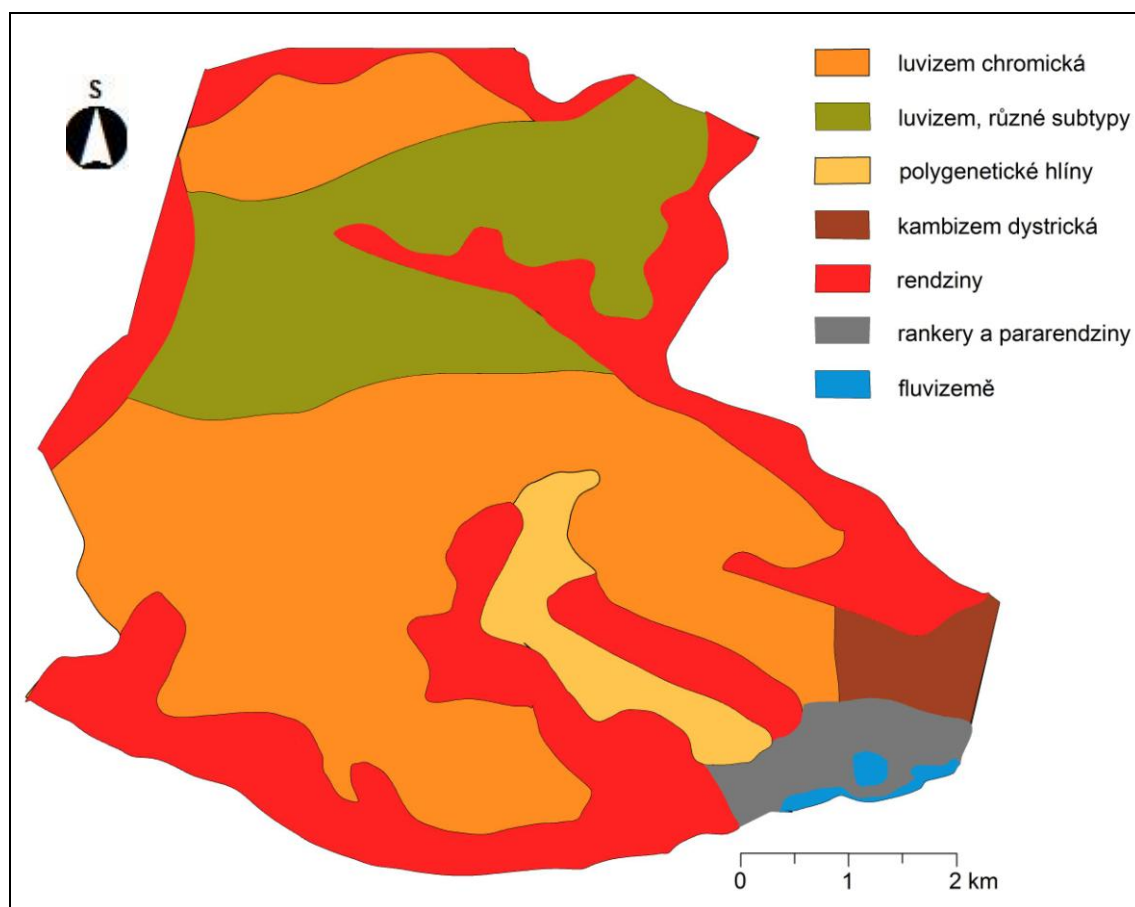
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 16. Hloubka půd a sorpční komplex jejich svrchních horizontů



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 17. Přehled rozšíření nalezených půdních typů v okolí Svaté Heleny



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 18 Výsledky terénního šetření a laboratorních analýz půdních vzorků

kód vzorku	typ využití*	typ reliéfu**	vegetace***	barva H	barva V	barva CH	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	vym. H+ [mmol+/100g]	T_CEC [mmol+/100g]	S [mmol+/100g]	V [%]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	P [mg/kg]	Ntot [%]	Cox [%]	C/N
0	les	mírnější svahy	primární křoviny	10YR	2	1	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	les	J svahy ve vyšší NM	pařeziny	10YR	3	3	4,3	4,0	31,1	21,23	0	0	741	64	116	14,1	0,342	3,11	9
3	les	S svahy	suťové lesy	10YR	3	2	6,6	6,3	6,3	44,15	37,85	86	5456	236	351	28,9	0,422	4,09	10
4	les	mírnější svahy	bučina	10YR	4	3	5,1	4,8	15,5	35,42	19,96	56	2948	139	189	4,9	0,32	3,09	10
5	les	S svahy	doubrava	10YR	3	2	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	les	S svahy	pařeziny	10YR	4	3	6,3	5,8	12,3	36,35	24,04	66	4051	162	268	7,3	0,362	3,34	9
8	les	S svahy	bučina	10YR	4	3	4,9	4,5	13,8	22,04	8,21	37	1554	115	109	7,1	0,232	1,92	8
9	les	mírnější svahy	pařeziny	10YR	4	3	5,5	5,1	8,7	19,33	10,65	55	1984	175	189	8,4	0,245	2,51	10
10	les	mírnější svahy	primární křoviny	10YR	3	3	6,7	6,4	10,9	52,92	42,04	79	7652	228	235	13,1	0,762	7,44	10
11	les	mírnější svahy	pařeziny	10YR	4	3	5,9	5,2	6,5	25,73	19,24	75	3363	135	149	5	0,246	2,46	10
12	les	J svahy v nižší NM	primární křoviny	10YR	2	2	7,7	7,4	0,00001	51,39	51,39	100	12833	184	263	19,4	0,908	6,43	7
13	les	J svahy v nižší NM	pařeziny	10YR	4	2	4,2	3,6	26,4	22,1	0	0	445	45	206	4,8	0,196	1,83	9
15	les	J svahy ve vyšší NM	pařeziny	2.5Y	4	6	4,9	4,5	17,4	19,54	0	11	1293	106	171	5,6	0,268	2,94	11
17	les	J svahy v nižší NM	pařeziny	10YR	4	3	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	les	S svahy	bučina	10YR	3	3	5,8	5,4	13,4	41,98	28,62	68	4304	241	470	9,1	0,536	5,66	11
19	les	J svahy v nižší NM	pařeziny	10YR	4	3	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	les	J svahy ve vyšší NM	bučina	10YR	4	3	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	les	J svahy v nižší NM	suťové lesy	10YR	3	2	5,4	4,8	8,3	18,19	9,89	54	1822	35	96	8,6	0,225	2,09	9
23	les	J svahy ve vyšší NM	pařeziny	10YR	3	2	5,7	5,3	12,3	30,66	18,35	60	2659	198	283	12	0,421	4,32	10
24	TTP	J svahy v nižší NM	lada pastevní s dřevinami	10YR	4	3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	TTP	J svahy ve vyšší NM	lada	10YR	4	4	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	TTP	J svahy ve vyšší NM	subxerofilní louky a pastviny	10YR	2	2	5,6	5,2	8,8	19,34	10,56	55	1997	184	91	5,4	0,237	2,44	10
27	TTP	J svahy ve vyšší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	4	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	TTP	J svahy v nižší NM	lada pastevní	10YR	3	3	6,5	6,1	5,2	30,52	25,37	83	3982	307	262	7,2	0,365	3,24	9
29	TTP	J svahy ve vyšší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	4	5,9	5,4	6	20,83	14,82	71	2133	164	106	6,9	0,279	2,66	10
30	sady	J svahy ve vyšší NM	sady mezofilní	10YR	3	3	6,0	5,6	6	27,15	21,14	78	3435	170	127	6,2	0,323	2,83	9

Příloha 18 Výsledky terénního šetření a laboratorních analýz půdních vzorků

31	TTP	J svahy ve vyšší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	2	6,4	6,2	8,6	34,55	25,96	75	5115	220	347	7	0,48	4,71	10
32	TTP	J svahy ve vyšší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	3	5,5	5,1	5,9	20,4	14,51	71	1249	87	275	6,3	0,257	2,22	9
33	TTP	mírnější svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	3	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	TTP	mírnější svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	5	4	5,3	5,0	4,5	13,45	8,96	67	2533	183	167	5	0,179	1,51	8
36	TTP	S svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	3	6,0	5,4	6,5	15,22	8,73	57	1685	172	305	7,3	0,181	1,5	8
37	TTP	S svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	3	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	TTP	S svahy	lada pastevní s dřevinami	10YR	4	3	5,3	4,8	11,4	17,9	6,55	37	1691	138	262	7,2	0,202	1,85	9
39	TTP	S svahy	lada pastevní s dřevinami	10YR	4	3	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	TTP	S svahy	lada pastevní s dřevinami	2.5Y	5	4	5,2	4,7	7,4	13,03	5,59	43	1107	81	58	6,2	0,198	1,61	8
42	orná půda	J svahy v nižší NM	lada	-	-	-	-	5,1	9,4	20,74	11,39	55	2152	209	79	5,3	0,226	1,64	7
43	TTP	S svahy	mezofilní louky a pastviny	7.5YR	4	3	5,5	6,1	1	23,8	22,85	96	3218	459	169	18,3	0,306	2,8	9
44	TTP	mírnější svahy	mezofilní louky a pastviny	2.5Y	4	3	5,5	5,2	1,6	13,7	12,08	88	1541	127	76	15,7	0,195	1,86	10
45	TTP	mírnější svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	5	4	5,6	5,3	4,4	14,96	10,57	71	1556	171	244	6,5	0,16	1,22	8
47	TTP	mírnější svahy	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	3	5,3	4,8	11,3	14,64	3,38	23	1429	155	103	5,7	0,231	2,08	9
48	orná půda	J svahy ve vyšší NM	orná půda	10YR	4	3	6,6	6,2	5	21,45	16,49	77	3088	186	264	20,4	0,298	2,42	8
49	orná půda	J svahy ve vyšší NM	orná půda	10YR	-	-	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	orná půda	J svahy ve vyšší NM	subxerofilní louky a pastviny	10YR	5	4	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	orná půda	J svahy ve vyšší NM	orná půda, pšenice	10YR	4	4	5,0	4,7	11,5	17,06	5,52	32	1664	103	238	14,1	0,241	1,96	8
52	orná půda	J svahy ve vyšší NM	lada	2.5Y	4	3	5,4	5,0	7,5	17,33	9,79	57	1938	145	113	4,9	0,191	1,62	8
54	orná půda	mírnější svahy	orná půda	10YR	3	2	6,3	5,6	10,4	22,76	12,36	54	3247	122	95	5,1	0,188	1,73	9
55	orná půda	J svahy ve vyšší NM	lada	2.5Y	4	3	5,7	5,4	7,3	17,61	10,36	59	2319	180	206	6,5	0,24	2,11	9
57	orná půda	mírnější svahy	lada	2.5Y	4	2	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	orná půda	mírnější svahy	lada	2.5Y	4	4	5,5	5,0	9,4	14,14	4,7	33	1538	158	175	4,4	0,174	1,48	9
59	orná půda	mírnější svahy	lada	10YR	4	4	5,4	5,0	9,8	13,87	4,04	29	1582	136	154	5,1	0,193	1,36	7
61	orná půda	S svahy	lada	10YR	5	4	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	orná půda	S svahy	lada	2.5Y	4	3	5,0	4,5	14,7	16,71	0	12	1156	165	104	6,3	0,27	2,39	9
66	orná půda	S svahy	orná půda, úhor	2.5Y	4	3	6,3	5,7	12,1	16,07	3,95	25	2347	152	164	5,2	0,2	1,54	8
67	sady	mírnější svahy	sady mezofilní	2.5Y	4	3	5,6	5,2	9,7	17,02	7,34	43	1938	186	158	5,4	0,259	2,24	9
68	orná půda	mírnější svahy	orná půda	10YR	4	3	5,8	5,3	3,1	15,16	12,11	80	1809	178	187	6,6	0,183	1,48	8

Příloha 18 Výsledky terénního šetření a laboratorních analýz půdních vzorků

69	orná půda	S svahy	lada	10YR	4	3	6,4	5,8	4,3	17,6	13,33	76	2454	163	192	3,9	0,186	1,28	7
77	sady	J svahy v nižší NM	sady mezofilní	10YR	3	4	6,4	5,7	7,7	24,81	17,14	69	2940	210	185	5,3	0,299	2,75	9
79	sady	J svahy ve vyšší NM	sady mezofilní	10YR	4	2	7,7	7,0	0,9	40,87	40	98	8695	178	711	40,6	0,415	3,71	9
92	sady	J svahy v nižší NM	sady mezofilní	10YR	3	4	6,2	5,9	5	22,03	17,06	77	2885	232	466	29,6	0,333	3,25	10
93	sady	S svahy	sady mezofilní	10YR	5	4	5,7	5,0	8	13,08	5,06	39	1323	140	99	4,5	0,114	0,65	6
97	sady	S svahy	sady mezofilní	10YR	2	2	6,6	6,0	6,2	24,69	18,5	75	3448	175	134	6,9	0,284	2,69	9
98	orná půda	mírnější svahy	orná půda	10YR	4	4	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	les	J svahy v nižší NM	pařeziny	10YR	3	2	8,0	7,4	0,00001	41,6	41,6	100	16720	250	363	8,4	0,404	4,41	11
100	les	J svahy ve vyšší NM	suťové lesy	7.5YR	3	2	7,9	7,4	0,00001	53,83	53,83	100	15395	207	336	63,9	0,577	5,47	9
101	sady	mírnější svahy	sady mezofilní	10YR	5	6	6,3	5,9	3,1	19,7	16,56	84	3275	332	185	4,1	0,11	0,9	8
111	orná půda	S svahy	lada	10YR	4	3	5,8	5,1	9,5	22,29	12,79	57	2092	168	105	4,9	0,225	2,39	11
140	orná půda	J svahy v nižší NM	orná půda, kukuřice	10YR	3	2	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	orná půda	J svahy v nižší NM	lada	10YR	4	4	5,7	5,0	7,9	21,29	13,36	63	2007	210	166	7,7	0,222	1,74	8
142	orná půda	J svahy v nižší NM	orná půda, úhor	10YR	3	2	5,9	5,1	5,1	10,96	5,82	53	1094	110	177	29,2	0,177	1,4	8
143	orná půda	J svahy v nižší NM	lada	10YR	4	4	6,2	5,5	7	21,65	14,67	68	2889	184	155	8,8	0,27	2,16	8
240	TTP	J svahy v nižší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	3	3	7,5	7,0	2,9	37,06	34,18	92	5839	244	205	6,3	0,408	4,06	10
241	TTP	J svahy v nižší NM	lada pastevní	10YR	4	3	6,6	5,9	5,5	25,01	19,52	78	3369	224	175	15,7	0,279	2,53	9
242	TTP	J svahy v nižší NM	mezofilní louky a pastviny	10YR	4	2	7,6	6,9	3,5	42,52	39,03	92	6437	175	250	5,5	0	4,4	88
310	sady	S svahy	sady mezofilní	10YR	4	4	5,9	5,2	6,5	22,48	15,94	71	2254	194	118	5,9	0,282	2,43	9
320	sady	mírnější svahy	sady mezofilní	7.5YR	3	4	6,0	5,2	8	22,26	14,24	64	2524	155	230	4	0,272	2,6	10
330	sady	J svahy ve vyšší NM	sady mezofilní	10YR	4	3	6,2	5,6	4,5	19,95	15,5	78	2544	174	127	4,5	0,281	2,52	9
340	sady	J svahy v nižší NM	sady mezofilní	-	-	-	7,2	6,7	4,3	36,71	32,44	88	4942	196	99	10,6	0,5	5,09	10

* NM.....nadmořská výška; S nebo málo osluněné svahy byly nahrazeny zkráceným S svahy

** pařeziny – dubohabrové a bukové

*** louky a pastviny byly nahrazeny zkratkou TTP

DOKUMENTACE PŮDNÍCH PROFILŮ

Řazení: V první části jsou umístěny profily, které byly kromě popisu dokumentovány i fotograficky, tedy sondy přirozené odkryté a kopané, následují sondy prováděné sondýrkou a na konci doplňují přílohu profily jen zběžně foceně. V rámci těchto částí jsou profily řazeny podle kódů jejich označení následovně: nejprve profily označené pouze písmenem v abecedním pořádku, dále kódy sestávající z písmene P a čísla podle hodnoty tohoto čísla od nejnižšího.


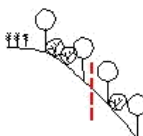
Vysvětlivky:


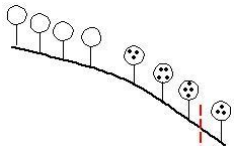
- nebylo zjišťováno
- ? nebylo možné určit

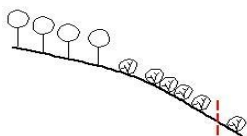

Pozn. klasifikace půd je navrhována podle Taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (Němeček et al. 2011). Někdy je za účelem přesnějšího a úplnějšího objasnění použito obecných termínů používaných např. Smolíkovou (1982b) nebo Tomáškem (2007), protože zmíněný klasifikační systém nerozlišuje půdy reliktní a recentní, klasifikace podle Němečka et al. (2011) je v těchto případech uvedena v závorce. Pokud není v návrhu klasifikace půdního typu uveden subtyp, znamená to, že nebylo dostatek informací pro jeho stanovení.

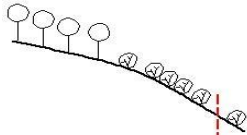

Vysvětlivky k náčrtům pozice sondy v terénu:






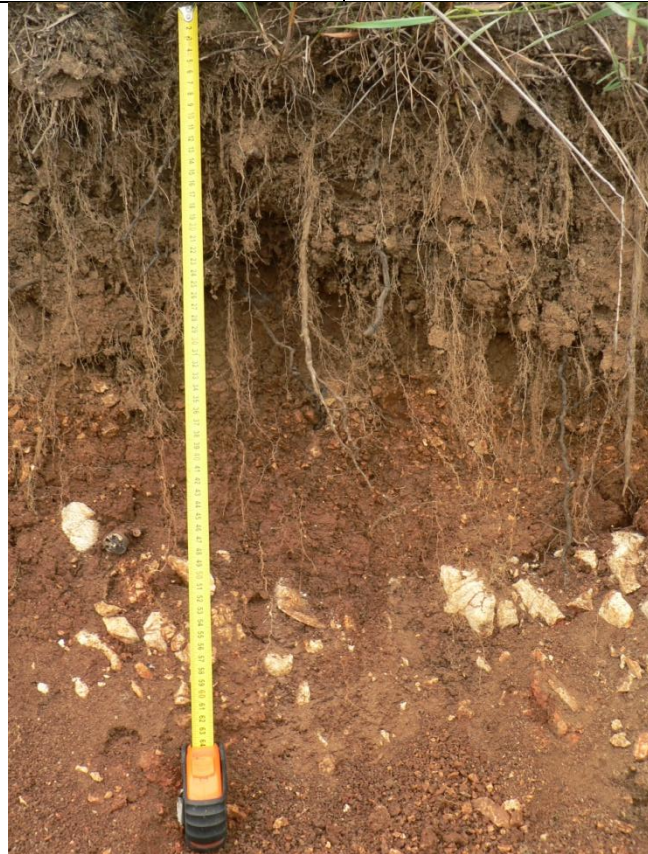
Označení profilu: A	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 4. 6. 2013 8:30
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 15		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 15		
Barva : 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: rendzina mělce melanická	

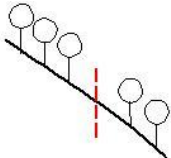

Označení profilu: B	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 4. 6. 2013 10:30
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 25		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 25		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	

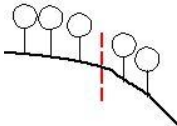

Označení profilu: C	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 4. 6. 2013 11:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 17		
Barva: 10YR 4/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 25		
Barva: 10YR 4/3		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	



Označení profilu: D	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 4. 6. 2013 12:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 35		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 15		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: pozměněný Bt _r horizont	


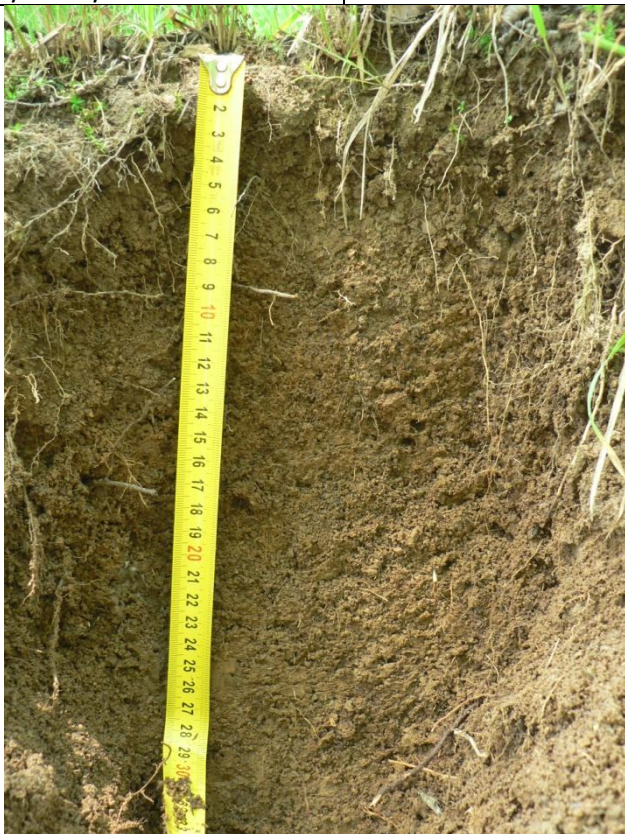
Označení profilu: E	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 5. 6. 2013 10:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 75		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 55		
Barva : 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: orniční hor.	Návrh půdního typu: luvizem	

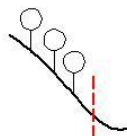

Označení profilu: F	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 5. 6. 2013 10:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 30		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: orniční h.		

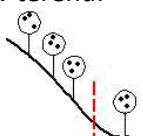

Označení profilu: G	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 5. 6. 2013 14:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 15		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 10		
Barva: 10YR 5/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva (HCV): -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -		



Označení profilu: H	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 6. 6. 2013 14:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): 30		
Barva: 7.5YR 3/2		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva (HCV): -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další: pod A		
Mocnost (cm): 10		
Barva: -		
Zrnitost: drobný štěrk		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis:-		

Označení profilu: I	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 6. 6. 2013 18:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 4		
Horizont A		
Mocnost (cm): 10		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): 15		
Barva: 10YR 5/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: jílovitá, prizmatická struktura		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis:	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

Označení profilu: J	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 7. 6. 2013 12:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: ?		
Další pop.: pozvol. přech.		

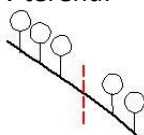
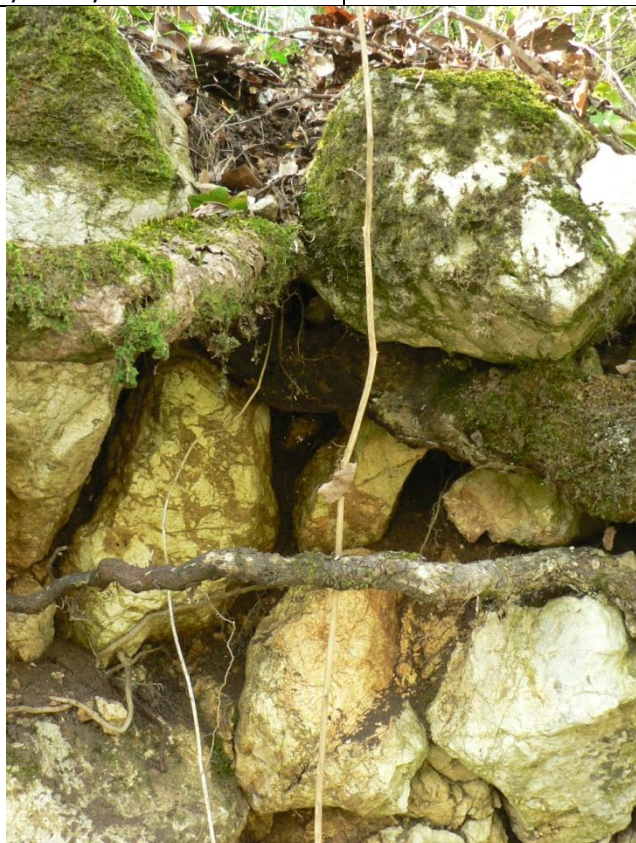
Označení profilu: K	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 7. 6. 2013 15:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 60		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 60		
Barva : -		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva : -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: polygenetická hlína	

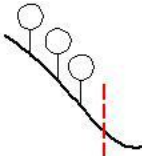

Označení profilu: L	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 7. 6. 2013 17:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 10		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 10		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: prizmatická struktura	Návrh půdního typu: rendzina vyluhovaná	

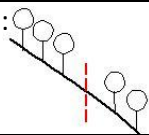

Označení profilu: M	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 8. 6. 2013 10:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 170		
Počet horizontů: 4		
Horizont A		
Mocnost (cm): cca 35		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont B		
Mocnost (cm): cca 55		
Barva: ?		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): 50		
Barva: ?		
Zrnitost: jílovitá; prizmatická struktura		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: tmavé konkrece v 100 - 140 cm	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

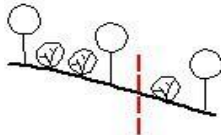

Tmavé konkrece v hloubce 100 – 140 cm

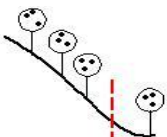



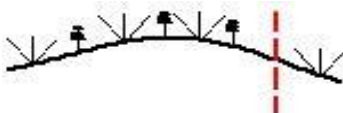

Označení profilu: P2	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 10. 10. 2013 12:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 5		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 5		
Barva: 10YR 4/2		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: málo		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá		

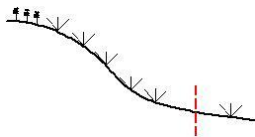

Označení profilu: P6	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 12. 10. 2013 11:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -		

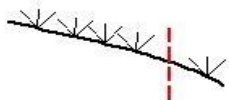

Označení profilu: P7	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 10. 10. 2013 11:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 30		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 25		
Barva (HCV): 10YR 2/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: málo		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá	Návrh půdního typu: rendzina melanická	

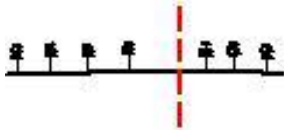

Označení profilu: P18	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 13. 10. 2013 14:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 130		
Počet horizontů: 4		
Horizont A		
Mocnost (cm): cca 30		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): cca 60		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): 40		
Barva: 7.5YR 4/6		
Zrnitost: jílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont C: vápenec		
Další popis: v hor. C tmavé hrudky – jedná se o jíl. hrudky s černým povlakem	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

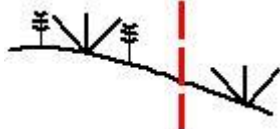

Označení profilu: P20	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 10. 10. 2013 14:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 75		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/3		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 7.5YR 4/3		
Zrnitost: jílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: pozvolný přechod	Návrh půdního typu: recentní luvizem na reliktu terry fusky (luvizem chromická)	

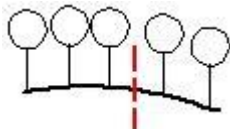

Označení profilu: P24	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 9. 10. 2013 18:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B ?		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: recentní luvizem	

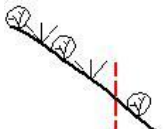
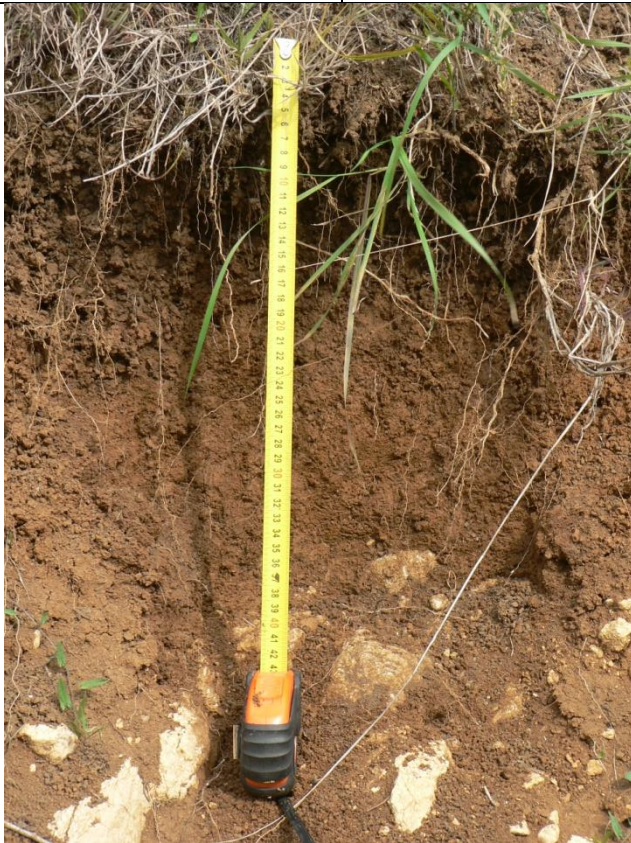
Označení profilu: P25	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 9. 10. 2013 15:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 10-25		
Barva: 10YR 3/3		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): cca 25		
Barva: 7.5YR 6/4		
Zrnitost: jílovitá, prizmatická struktura		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: terra fusca (hnědozem chromická)	


Označení profilu: P32	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 10. 10. 2013 15:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 80		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 30		
Barva: 10YR 6/2		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: málo		
Horizont B		
Mocnost (cm): 45		
Barva: 7.5YR 4/4		
Zrnitost: jílovitá, prizmatická struktura		
Karbonáty: více		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: terra fusca (hnědozem chromická)	


Označení profilu: P34	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 9. 10. 2013 20:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): min. 60		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: recentní luvizem	


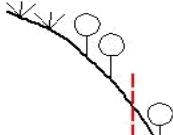
Označení profilu: P35	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 9. 10. 2013 16:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 130		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 55		
Barva: 10YR 6/6		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): 50		
Barva: 10YR 4/6		
Zrnitost: jílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: v B konkrce	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	


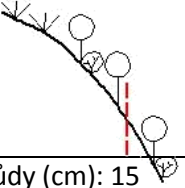
Označení profilu: P36	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 11. 10. 2013 14:15
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 15		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 5		
Barva: 10YR 3/3		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): 10		
Barva: 7.5YR 3/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: kamenitá	Návrh půdního typu: rendzina vyluhovaná	


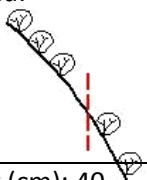
Označení profilu: P42	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 10. 10. 2013 14:30
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 40		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 15		
Barva: 7.5YR 4/3		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 7.5YR 5/6		
Zrnitost: jílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis:	Návrh půdního typu: pozměněný Bt, horizont terry fuscý	


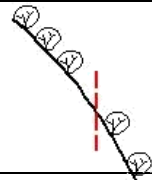
Označení profilu: P43	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 10. 10. 2013 10:30
Pozice v terénu:		
Hloubka půdy (cm): 20		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 15		
Barva: 7.5YR 4/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: kamenitá	Návrh půdního typu: rendzina vyluhovaná	



Označení profilu: P45	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 12. 10. 2013 12:15
Pozice v terénu:		
Hloubka půdy (cm): 25		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 25		
Barva : 10YR 4/3		
Zrnitost: písčitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: granit		
Další popis: -	Návrh půdního typu: ranker modální	

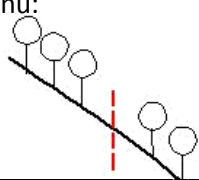

Označení profilu: P46	Typ sondy: kopaná	Datum a čas: 12. 10. 2013 9:30
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 30		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 25		
Barva : 10YR 4/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ano		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: rendzina melanická	


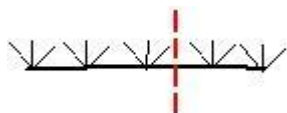
Označení profilu: P48	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 10. 10. 2013 9:00
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 15		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 10		
Barva: 7.5YR 4/6		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: ano		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá	Návrh půdního typu: rendzina modální	



Označení profilu: P50	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 12. 10. 2013 8:30
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 40		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 40		
Barva: 7.5YR 5/6		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: pozměněný Bt _r horizont	

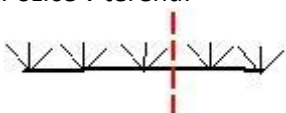

Označení profilu: P56	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 12. 10. 2013 11:30
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 5		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 2		
Barva: 10YR 6/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ano		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva (HCV): -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá	Návrh půdního typu: rendzina litická	


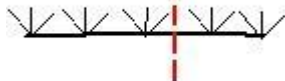
Označení profilu: P101	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 9. 10. 2013 16:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): min. 70		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 15		
Barva: 10YR 4/2		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): 65		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: ?		
Další popis:		

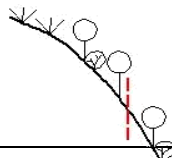
Označení profilu: P112	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 12. 10. 2013 10:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 25		
Počet horizontů: 2		
Horizont A		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 10YR 7/3		
Zrnitost: jílovitá		
Karbonáty: ano		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá		

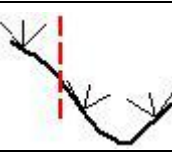
Označení profilu: P114	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 12. 10. 2013 18:00
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis:	Návrh půdního typu: recentní luvizem	

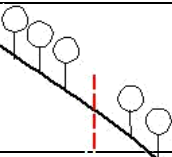
Označení profilu: P115	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 13. 10. 2013 10:15
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva (HCV): 10YR 4/3		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: recentní luvizem	

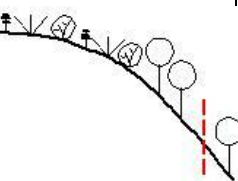
Označení profilu: P117	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 13. 10. 2013 15:00
Pozice v terénu: 		
Hloubka půdy (cm): 55		
Počet horizontů: ?		
Horizont A		
Mocnost (cm): ?		
Barva: 10YR 6/5		
Zrnitost: jílovitohlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont další:		
Mocnost (cm):		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: v 45 cm vrstva štěrku vyplněná červenavou hmotou	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

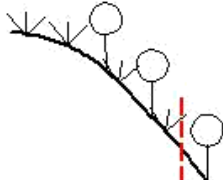
Označení profilu: P118	Typ sondy: odkrytá	Datum a čas: 13. 10. 2013 15:15
Pozice v terénu:		
		
Hloubka půdy (cm): 40		
Počet horizontů: 3		
Horizont A		
Mocnost (cm): 20		
Barva: 10YR 3/3		
Zrnitost: hlinitá		
Karbonáty: ne		
Horizont B		
Mocnost (cm): 10		
Barva (HCV): 7.5YR 4/4		
Zrnitost: hlinitojílovitá		
Karbonáty: ne		
Horizont další:		
Mocnost (cm): -		
Barva: -		
Zrnitost: -		
Karbonáty: -		
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: Bt _r s pozdějším humusovým horizontem	

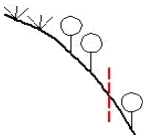
Označení profilu: P3	Typ sondy: sondýrka	Datum: 10. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 20		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): 15	Mocnost (cm): -
Barva : 7.5YR 3/2	Barva: 7.5YR 4/4	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: málo	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: rendzina kambická	

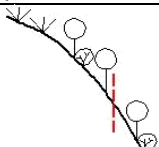
Označení profilu: P4	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva : 10YR 4/4	Barva: -	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	

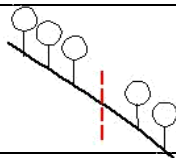
Označení profilu: P5	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 5		
Počet horizontů: 2		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva : 10YR 3/2	Barva: -	Barva: -
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: -	Zrnitost: -
Karbonáty: ano	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis: skeletovitá	Návrh půdního typu: rendzina litická	

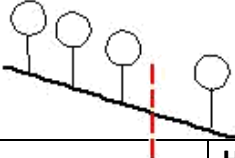
Označení profilu: P8	Typ sondy: sondýrka	Datum: 9. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 60		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod B, v 50 cm
Mocnost (cm): 10	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 2.5Y 4/4	Barva: 10YR 5/6	Barva: 10YR 5/8
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: jílovitá, skelet
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu:	


Označení profilu: P10	Typ sondy: sondýrka	Datum: 9. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 70		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod B, plynulý přechod
Mocnost (cm): 10	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?
Barva: 10YR 3/4	Barva: 10YR 5/6	Barva: 7.5YR 4/4
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: jílovitá
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

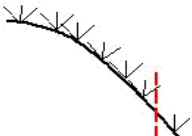
Označení profilu: P11	Typ sondy: sondýrka	Datum : 13. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 40		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další:
Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): 25	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 3/2	Barva: 7.5YR 4/6	Barva: -
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: terra fusca (hnědozem chromická)	


Označení profilu: P12	Typ sondy: sondýrka	Datum: 13. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): ?		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod B
Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): 25	Mocnost (cm): min. 30
Barva : 10YR 3/2	Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 5/6
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: jílovitá, „prášek“
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem na polygenetické hlíně	

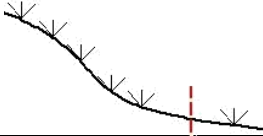
Označení profilu: P13	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 15		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další:
Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): 5	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 3/3	Barva: 7.5YR 3/3	Barva: -
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis: kamenitá	Návrh půdního typu: rendzina kambická	

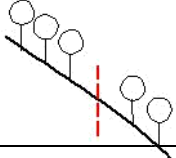
Označení profilu: P14	Typ sondy: sondýrka	Datum: 10. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 65		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod B
Mocnost (cm): 12	Mocnost (cm): 30	Mocnost (cm): 20
Barva: 10YR 2/2	Barva: 7.5YR 3/3	Barva: 7.5YR 4/4
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis: v 30 – 45 cm četné kamínky	Návrh půdního typu: terra fusca (hnědozem chromická)	

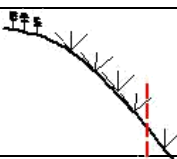
Označení profilu: P17	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 65		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod A, viz. popis
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 3/4	Barva: -	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: -	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C:		
Další popis: v 60 cm vrstva šterku spojená načervenalou jílovitou hmotou	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

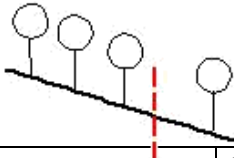
Označení profilu: P19	Typ sondy: sondýrka	Datum: 13. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 4/6	Barva (HCV): -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

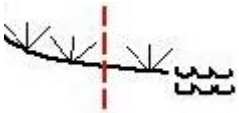
Označení profilu: P21	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 30		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 2/1	Barva (HCV): -	Barva (HCV): -
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: -	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: rendzina melanická	

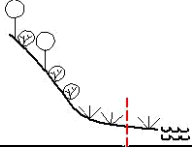
Označení profilu: P22	Typ sondy: sondýrka	Datum: 9. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 70		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další:
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 6/6	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	


Označení profilu: P23	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 4/6	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

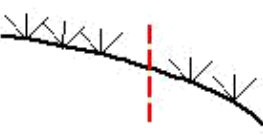
Označení profilu: P26	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další:
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 4/4	Barva (HCV): -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

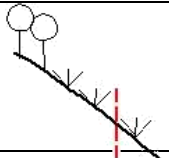
Označení profilu: P27	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 45		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další:
Mocnost (cm): 15	Mocnost (cm): 40	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/6	Barva: 10YR 5/6	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá, níže „prášek“	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem na polygenetické hlíně	

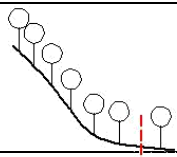
Označení profilu: P29	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 70		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod A
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): ?
Barva: 10YR 1/2	Barva: -	Barva: 10YR 1/2
Zrnitost: hlinitá	Zrnitost: -	Zrnitost: písčitojílovitá
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: fluvizem modální	

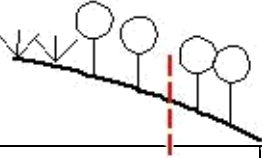
Označení profilu: P30	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 30		
Počet horizontů: 2		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): 25	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: -	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: -	Zrnitost: -
Karbonáty: ano	Karbonáty: -	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis:	Návrh půdního typu: rendzina modální	

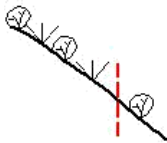
Označení profilu: P33	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 10YR 4/4	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

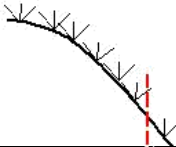
Označení profilu: P37	Typ sondy: sondýrka	Datum: 13. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): 25	Mocnost (cm): 25	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 3/3	Barva: 10YR 4/4	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

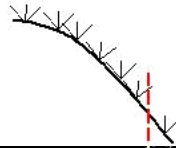
Označení profilu: P38	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: 10YR 6/6	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis:	Návrh půdního typu: luvizem	

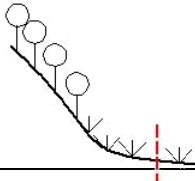
Označení profilu: P39	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: 10YR 4/6	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: v 40 cm drobné kamínky	Návrh půdního typu: terra fusca (hnědozem chromická)	

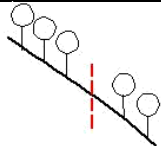
Označení profilu: P40	Typ sondy: sondýrka	Datum: 10. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 80		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/4	Barva: 7.5YR 4/6	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis: -	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

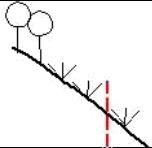
Označení profilu: P47	Typ sondy: sondýrka	Datum: 10. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: 10YR 4/3	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	

Označení profilu: P49	Typ sondy: sondýrka	Datum: 9. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 50		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: 7.5YR 5/6	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: vápenec		
Další popis: ve spodní části profilu vápencový skelet	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

Označení profilu: P52	Typ sondy: sondýrka	Datum: 13. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 60		
Počet horizontů: 3		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 3/3	Barva: 7.5YR 4/6	Barva: -
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: terra fusca s recentní luvizemí (luvizem chromická)	

Označení profilu: P54	Typ sondy: sondýrka	Datum: 12. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 85		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod 40 cm
Mocnost (cm): 30	Mocnost (cm): -	Mocnost (cm): ?
Barva: 10YR 3/2	Barva: -	Barva: 10YR 5/4
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: -	Zrnitost: písčitojílovitý
Karbonáty: ne	Karbonáty: -	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis: 30 – 40 cm četné kamínky, velký podíl křemene	Návrh půdního typu: fluvizem modální na bývalé říční terase	

Označení profilu: P57	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): 60		
Počet horizontů: 4		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: pod B
Mocnost (cm): 3	Mocnost (cm): 20	Mocnost (cm): 25
Barva: 10YR 2/2	Barva: 10YR 4/6	Barva: 10YR 5/6
Zrnitost: jílovitohlinitá	Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: ne
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	

Označení profilu: P501	Typ sondy: sondýrka	Datum: 11. 10. 2013
	Pozice v terénu: 	
Hloubka půdy (cm): min. 40		
Počet horizontů: ?		
Horizont A	Horizont B	Horizont další: -
Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): ?	Mocnost (cm): -
Barva: 10YR 4/3	Barva: 10YR 4/3	Barva: -
Zrnitost: hlinitojílovitá	Zrnitost: jílovitá	Zrnitost: -
Karbonáty: ne	Karbonáty: ne	Karbonáty: -
Horizont C: ?		
Další popis: -	Návrh půdního typu: luvizem	



Označení profilu: P105

Návrh půdního typu: erodovaný B_t horizont



Označení profilu: P104

Návrh půdního typu: rendzina litická



Označení profilu: P55

Návrh půdního typu: pararendzina modální



Označení profilu: P106

Návrh půdního typu: erodovaný Bt_r horizont



Označení profilu: P107

Návrh půdního typu: pozměněný Bt_r horizont



Označení profilu: P110

Návrh půdního typu: rendzina modální



Označení profilu: P116

Návrh půdního typu: erodovaný a pozměněný
B_{t_r} horizont



Označení profilu: P113

Návrh půdního typu: rendzina modální



Označení profilu: P111

Návrh půdního typu: rendzina modální



Označení profilu: P120

Návrh půdního typu: pararendzina litická